



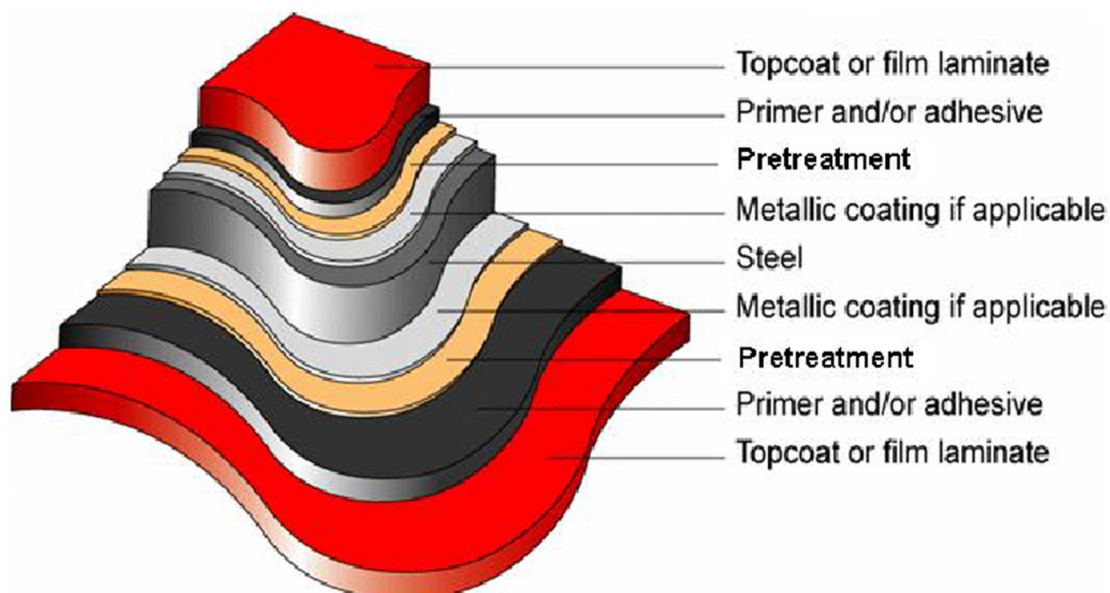
COMMISSION EUROPÉENNE



Document de référence sur les meilleures techniques
disponibles

Traitements de surface utilisant des solvants

Août 2007



Ce document est la traduction de la version anglaise publiée par la Commission européenne
qui seule fait foi.

Traduction V 0

RÉSUMÉ

Le document de référence sur les meilleures techniques disponibles (BREF - Best Available Techniques Reference document) intitulé «Traitement de surface par solvants organiques» rend compte de l'échange d'informations mené en application de l'article 16, paragraphe 2, de la directive 96/61/CE du Conseil (directive IPPC). Le présent résumé, qu'il convient de lire à la lumière de la préface du BREF qui en explique les objectifs, l'utilisation et les termes juridiques, décrit les principales constatations faites, les principales conclusions relatives aux MTD (meilleures techniques disponibles) ainsi que les niveaux d'émission et de consommation associés. Il se suffit à lui-même mais, en tant que résumé, il ne rend pas compte de toutes les complexités du texte complet du BREF. Il n'a donc pas vocation à se substituer au BREF intégral en tant qu'outil pour la prise de décisions sur les meilleures techniques disponibles.

Champ d'application du BREF

La portée du présent BREF est définie par le point 6.7 de l'annexe I de la directive IPPC (96/61/CE): *«Installations destinées au traitement de surface de matières, d'objets ou de produits, et ayant recours à l'utilisation de solvants organiques, notamment pour les opérations d'apprêt, d'impression, de couchage, de dégraissage, d'imperméabilisation, de collage, de peinture, de nettoyage ou d'imprégnation d'une capacité de consommation de solvant de plus de 150 kg par heure ou de plus de 200 tonnes par an.»*

L'industrie a demandé des précisions sur la définition des termes «solvants organiques» et «capacité de consommation». L'échange d'informations a porté sur la définition des solvants organiques en tant que COV (au sens de la directive 1999/13/CE du Conseil relative aux émissions dues à l'utilisation de solvants). Il est également apparu que, en ce qui concerne la détermination des MTD, l'échange d'informations avait porté sur les installations dont la consommation de solvants dépassait les seuils spécifiés par la directive IPPC (compte tenu des solvants récupérés grâce aux installations de réduction des effluents gazeux). L'interprétation de ces seuils de capacité est examinée dans le cadre des travaux de la DG Environnement visant à élaborer des orientations concernant l'interprétation de certaines dispositions de la directive.

Le présent BREF porte sur:

- trois procédés d'impression utilisant de grands volumes de solvants (impression offset sur rotative à bobines, flexographie et héliogravure d'édition);
- le revêtement et/ou la mise en peinture de fils de bobinage, d'automobiles et de véhicules commerciaux, de bus, trains, engins agricoles, navires et yachts, avions, de bobines d'acier et d'aluminium, d'emballages métalliques, de meubles et bois, ainsi que d'autres surfaces en métal ou en plastique;
- l'application de colle dans la fabrication des abrasifs et des rubans adhésifs;
- l'imprégnation du bois par des conservateurs;
- le nettoyage et le dégraissage associés à ces activités. Il n'a pas été recensé de secteur spécifique du dégraissage.

La question de l'utilisation de produits solubles dans l'eau en remplacement des revêtements à base de solvants (revêtement par électrodéposition) est abordée dans le présent BREF. Le BREF sur le traitement de surface des métaux et matières plastiques présente d'autres traitement de surface à base d'eau.

D'autres activités n'ont pas été prises en considération dans le présent document, notamment:

- les autres procédés d'apprêt, d'imperméabilisation, d'encollage ou d'imprégnation qui sont susceptibles de relever du ou des BREF sur les textiles et tanneries;
- la fabrication de panneaux de contreplaqué, d'aggloméré, etc., qui fait appel à des résines à base d'eau;

- les secteurs (ou certains segments de ceux-ci) ou les activités qui utilisent des solvants mais dont la consommation est notoirement inférieure aux seuils;
- la fabrication des peintures, encres, adhésifs, etc., qui n'entrent pas dans le champ d'application du document.

Tous les secteurs couverts par le présent BREF relèvent également de la directive sur les émissions dues à l'utilisation de solvants (directive 1999/13/CE du Conseil). Lorsque cette directive prescrit des valeurs limites d'émission (VLE), celles-ci sont censées correspondre à des VLE minimales au sens de la directive IPPC (article 18, paragraphe 2). Elles ne sont pas considérées comme des niveaux d'émission associés aux MTD.

Généralités

Il s'agit d'un secteur hétérogène qui regroupe de nombreuses entreprises de taille variable, des PME jusqu'aux multinationales. Près de 4,5 millions de tonnes de solvants sont commercialisées chaque année en Europe, et 27% de ce volume (chiffres de 2003) est utilisé par les secteurs de la peinture et des revêtements, ce qui représente un recul de 47 % (par rapport à 1998) en raison de la progression des techniques à base d'eau, de la technologie des poudres et d'autres techniques faisant peu appel aux solvants. La fabrication des encres d'impression représente environ 7 % de la consommation des solvants et celles des adhésifs à peu près 4 % (ces chiffres tiennent compte de nombreuses utilisations qui ne relèvent pas de la directive IPPC).

Principaux problèmes d'environnement

Les principaux problèmes d'environnements ont trait aux émissions de solvants dans l'air et aux rejets dans l'eau et la nappe phréatique et sur le sol. La consommation d'énergie revêt également de l'importance, de même que les émissions de particules dans l'air, la réduction et la gestion des déchets (notamment les possibilités d'économies de matières premières par l'amélioration du rendement des applications) et les considérations relatives à l'état du site lors de la cessation des activités.

Structure du présent document

Les chapitres 2 à 19 sont consacrés chacun à une branche du secteur et comportent quatre parties:

- | | |
|-----------|--|
| Partie 1: | Généralités sur la branche ou l'activité concernée |
| Partie 2: | Description des procédés industriels utilisés dans la branche ou l'activité considérée |
| Partie 3: | Données et informations concernant les niveaux effectifs de consommation et d'émission |
| Partie 4: | Techniques à prendre en considération pour la détermination des MTD suivant les indications du chapitre 20; l'accent est mis toutefois sur les techniques ou informations spécifiques de la branche ou de l'activité considérée. |

Le chapitre 20 décrit des techniques génériques qui permettent de réduire les consommations et les émissions, et détaille d'autres techniques jugées essentielles pour la détermination des MTD et des conditions d'autorisation, et qui sont applicables à plusieurs activités.

Niveaux de consommation et d'émission

Les meilleures données ont trait aux volumes de production en fonction de certains paramètres, par exemple surface traitée (m²) ou apport de solides dans le processus. La plupart des données concernent des installations précises ou des gammes d'activités. Dans la plupart des cas, le BREF indique les niveaux d'émission, basés sur des paramètres de production, qui sont associés aux MTD déterminées pour chaque branche.

Meilleures techniques disponibles

Le chapitre consacré aux MTD (chapitre 21) définit les techniques qui sont considérées comme MTD au niveau européen, d'après les informations fournies dans le chapitre 20 et dans les chapitres consacrés aux différentes branches. À cet égard, il est tenu compte de la définition des

meilleures techniques disponibles figurant à l'article 2, paragraphe 11, de la directive IPPC ainsi que des considérations évoquées dans l'annexe IV de cette directive. Le chapitre relatif aux MTD ne fixe pas de valeurs limites d'émission et n'en propose pas, mais suggère des valeurs de consommation et d'émission qui sont habituellement associées à l'utilisation de certaines MTD.

Lorsque des traitements de surface à base d'eau (tels que définis au point 2.6 de l'annexe I de la directive IPPC) sont mis en œuvre dans le cadre de procédés à base de solvants, les MTD correspondant aux traitements à base d'eau figurent dans le BREF sur le traitement de surface des métaux et plastiques. D'autres techniques ainsi que les informations s'y rapportant sont présentées dans le BREF sur les systèmes communs de traitement/gestion des eaux résiduaires et des effluents gazeux dans le secteur chimique, dans le BREF sur le stockage, dans le BREF sur la surveillance ainsi que dans d'autres BREF. Ces techniques n'ont cependant pas été validées pour les branches d'activités couvertes par le présent document.

Les paragraphes ci-après récapitulent les principales conclusions en matière de MTD eu égard aux problèmes d'environnement les plus pertinents. Bien qu'il s'agisse d'un secteur complexe, du point de vue de la taille des entreprises concernées et de l'éventail des activités couvertes, les mêmes MTD génériques peuvent s'appliquer partout. D'autres MTD sont indiquées, qui sont valables pour des processus spécifiques. Les éléments de MTD qui s'appliquent à une installation spécifique correspondent à certaines des MTD décrites pour l'activité concernée, compte tenu des considérations évoquées dans l'annexe IV de la directive IPPC.

MTD génériques

Conception, construction et exploitation de l'installation - Les MTD consistent à réduire au minimum les consommations et les émissions (notamment dans l'air, dans l'eau et la nappe phréatique et dans le sol) par les techniques suivantes:

- Mise en place et application de programmes de gestion de l'environnement et autres, qu'ils aient ou non été validés de manière externe. Il s'agit notamment de planifier la réduction effective des incidences de l'installation sur l'environnement (mesures et investissements), de comparer les consommations et les émissions (dans le temps, par rapport à des points de référence internes et externes), d'envisager le déclassement lors de la conception de nouvelles installations ou lors des modernisations, etc.
- Utilisation de techniques simples de gestion des risques pour la conception, la construction et l'exploitation d'une installation, couplées aux techniques décrites dans le présent document et dans le BREF sur le stockage pour l'entreposage et l'utilisation des produits chimiques et des matières premières nécessaires au processus. Ces MTD facilitent le déclassement des sites car elles permettent de réduire les émissions imprévues, de consigner les antécédents en matière d'utilisation de substances chimiques prioritaires et dangereuses et de réagir rapidement en cas de contamination.
- Recours aux techniques opérationnelles telles que l'automatisation, la formation et les protocoles d'exploitation et d'entretien.

Surveillance - Les MTD consistent à surveiller les émissions de solvants en vue de les réduire au minimum, par les techniques suivantes:

- Utilisation d'un plan de gestion des solvants, essentiel pour le calcul des émissions totales ou des émissions fugitives; ces plans doivent être établis annuellement, mais des paramètres clés peuvent être déterminés à des fins de comparaison et de contrôle régulier. Des mesures directes devraient être réalisées suivant les techniques mentionnées.
- Entretien régulier et, si nécessaire, réétalonnage des équipements indispensables au calcul des émissions.

Réduction de la consommation d'eau et/ou économies de matières premières dans les procédés à base d'eau Les MDT consistent à utiliser:

- des techniques telles que le rinçage (multiple) en cascade, la séparation par échange d'ions ou la séparation membranaire.

- des mesures de régulation pour réduire au minimum l'utilisation d'eau de refroidissement;
- des systèmes de refroidissement et/ou des échangeurs thermiques en circuit fermé.

Réduction maximale de la consommation d'énergie Les MDT consistent à appliquer les techniques décrites, en particulier à limiter au maximum les volumes d'air à déplacer, ainsi que les pertes d'énergie réactive, à maîtriser les pics de consommation au démarrage des équipements, à utiliser des équipements à rendement énergétique élevé, etc.

Gestion des matières premières Les MDT consistent à:

- réduire au minimum l'impact environnemental des émissions par un choix judicieux des matières premières;
- réduire au minimum la consommation des matières premières en appliquant une ou plusieurs des techniques décrites.

Systèmes de traitement de surface combinant l'application et le séchage/traitement thermique - Les MTD consistent à réduire au minimum les émissions de COV et la consommation d'énergie et à optimiser le rendement des matières premières (c'est-à-dire limiter le plus possible les déchets) en choisissant un système qui combine ces deux objectifs. Ces MTD sont valables pour une nouvelle installation ou en cas de modernisation d'une installation existante.

Nettoyage - Les MTD consistent à utiliser les techniques décrites pour:

- économiser les matières premières et réduire les émissions de solvants en limitant le plus possible les changements de couleur et le nettoyage;
- réduire les émissions de solvants en récupérant et en réutilisant les solvants rejetés pour le nettoyage des pistolets de pulvérisation;
- réduire au minimum les émissions de COV en choisissant une ou plusieurs techniques en fonction du procédé et des équipements, de la persistance de la contamination et de l'objet du nettoyage (équipements ou substrat).

Utilisation de substances moins dangereuses (substitution) - Les MDT consistent à:

- recourir à des techniques sans solvants ou utilisant peu de solvants pour les opérations générales de nettoyage décrites, ainsi que pour les activités de production spécifiques indiquées;
- réduire au minimum les effets physiologiques indésirables en remplaçant les substances caractérisées par les phrases de risque R45, R46, R49, R60 et R61, conformément à l'article 5, paragraphe 6, de la directive 1999/13/CE;
- réduire au minimum les effets d'écotoxicité en remplaçant les substances caractérisées par les phrases de risque R58 et R50/53 lorsqu'il existe un risque d'émissions dans l'environnement et lorsque des produits de substitution sont disponibles;
- lutter contre l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique (haute atmosphère) en remplaçant les substances caractérisées par la phrase de risque R59. En particulier, tous les solvants halogénés ou partiellement halogénés auxquels s'applique la phrase de risque R59 devraient être remplacés ou faire l'objet des restrictions d'utilisation indiquées;
- réduire au minimum la formation d'ozone troposphérique (basse atmosphère) en utilisant des COV ou des mélanges présentant un potentiel de formation d'ozone (PFO) moindre lorsque les autres mesures ne permettent pas d'obtenir les niveaux d'émission associés ou sont techniquement inapplicables (en raison d'effets multilieux défavorables, par exemple) ou en cas de substitution comme indiqué ci-dessus. Cependant, ces mesures ne sont pas applicables aux produits complexes tels que les peintures pour automobile et les systèmes monosolvant spécifiques pour lesquels il n'existe pas encore de substitut, par exemple pour les encres d'héliogravure utilisées dans le secteur de l'édition. Lorsque le PFO n'est pas augmenté, la substitution peut se faire au profit de solvants ayant un point d'éclair > 55°C.

Émissions dans l'air et traitement des effluents gazeux - Les MTD (en matière de conception, d'exploitation et d'entretien de l'installation) consistent à:

- réduire les émissions à la source, récupérer le solvant à partir des émissions ou détruire les solvants en traitant les effluents gazeux. Les niveaux d'émission associés sont indiqués pour les différentes branches. (l'utilisation de matières à faible teneur en solvant peut entraîner une demande énergétique excessive pour faire fonctionner les systèmes d'oxydation thermique). Les systèmes d'oxydation peuvent être mis à l'arrêt lorsque des effets multimiliers défavorables l'emportent sur les bénéfices découlant de la destruction des COV;
- chercher à récupérer et à utiliser l'excédent de chaleur produit par la destruction des COV et à réduire au minimum l'énergie utilisée pour l'extraction et la destruction des COV;
- réduire les émissions de solvants et la consommation d'énergie en réduisant le volume d'extraction et en optimisant et/ou augmentant la teneur en solvant.

Émissions de particules dans l'air lors de l'application de peinture au pistolet - Les MTD consistent en une combinaison des techniques décrites. Les niveaux d'émission associés sont:

- 5 mg/m³ ou moins pour les installations existantes
- 3 mg/m³ ou moins pour les nouvelles installations.
-

Un avis divergent a été enregistré pour le secteur du revêtement du bois et des meubles pour lequel la valeur d'émission associée est de 10 mg/m³ ou moins pour les installations nouvelles ou existantes. Le raisonnement est que cette valeur est économiquement et techniquement réalisable dans cette branche d'activité.

Eaux résiduelles - Les MDT consistent à:

- réduire au minimum les émissions dans l'eau par des techniques permettant d'économiser l'eau, et par l'application d'un prétraitement et d'un traitement des eaux résiduelles;
- surveiller les matières premières et les effluents afin de limiter le plus possible les rejets de substances toxiques pour le milieu aquatique, et de réduire leurs incidences lorsqu'il existe un risque de contact avec l'eau, en recourant à une ou à plusieurs des mesures suivantes: utilisation de matières moins nocives, économies de matières et réduction des pertes de matières durant la transformation ou par déversement accidentel, et traitement des eaux résiduelles;
- en cas de risque de contact du solvant avec l'eau, éviter les trop fortes concentrations atmosphériques dans les égouts récepteurs en veillant à maintenir un taux d'évacuation adéquat;
- recourir aux techniques décrites, dans le cas des ateliers de peinture qui utilisent de l'eau. Les niveaux d'émission associés pour les rejets dans les eaux superficielles correspondent à une DCO comprise entre 100 et 500 mg/l et à une concentration de solides en suspension comprise entre 5 et 30 mg/l;
- pour les systèmes de dépoussiéreurs hydrauliques, réduire la consommation d'eau ainsi que les rejets d'effluents et leur traitement en optimisant le rendement de la peinture et en réduisant au minimum l'accumulation des résidus de peinture.

Des techniques de traitement biologique des eaux résiduelles sont décrites dans le BREF sur les systèmes communs de traitement/gestion des eaux résiduelles et des effluents gazeux dans le secteur chimique. D'autres techniques et leurs niveaux d'émissions associés sont présentés dans le BREF sur le traitement de surface des métaux.

Récupération des matières et gestion des déchets - Les MTD consistent à réduire la consommation et les pertes de matières, ainsi qu'à récupérer, réutiliser et recycler les matières selon les techniques décrites.

Nuisances olfactives - Les MTD consistent à utiliser une technique visant à réduire les émissions de COV, notamment à utiliser des matières ou des procédés dégageant moins d'odeurs, et/ou à traiter les effluents gazeux, y compris au moyen de cheminées.

Bruit - Les MTD consistent à déterminer les sources de bruit importantes et tout récepteur sensible potentiel à proximité. En cas de risque de nuisance sonore, les MTD consistent à appliquer les bonnes pratiques, notamment à fermer les portes des travées, à limiter le plus

possible les livraisons et/ou à utiliser des dispositifs tels que des silencieux pour les grands ventilateurs.

Protection de la nappe phréatique et déclassement des sites - Les MTD consistent à appliquer les MTD en matière de conception, de construction et d'installation des installations mentionnées ci-dessus.

MTD spécifiques

Impression offset sur rotative à bobines - Les MTD consistent à combiner des techniques d'impression, de nettoyage, de gestion des effluents gazeux, ainsi que des MTD génériques afin de réduire les émissions fugitives et les émanations de COV qui subsistent après traitement des effluents gazeux. Les niveaux d'émission associés pour l'ensemble alcool isopropylique (IPA) et solvant de nettoyage sont les suivants:

- presses neuves ou modernisées: 2,5 à 10 % de COV (% en poids de la consommation d'encre)
- presses existantes: 5 à 15 % de COV (% en poids de la consommation d'encre).

Les valeurs supérieures des fourchettes correspondent aux émissions d'IPA dans le cas de «travaux difficiles» (voir définition). Les techniques de concentration ne sont pas utilisables en raison des problèmes d'odeurs.

Impression d'emballages souples par flexographie et héliogravure - Les MDT consistent à:

- combiner les techniques décrites pour réduire l'ensemble des émissions fugitives et non fugitives de COV; les niveaux d'émission associés correspondant aux trois cas de figure rencontrés dans le secteur sont les suivants (d'après les émissions de référence définies dans l'annexe IIb de la directive relative aux émissions dues à l'utilisation de solvants):

(Cas de figure 1) Installations dans lesquelles toutes les machines de production fonctionnent à base de solvants et sont raccordées à un dispositif antipollution:

- avec incinération: émissions totales: 7,5 – 12,5 % des émissions de référence
- avec récupération des solvants: émissions totales: 10,0 – 15,0 % des émissions de référence

(Cas de figure 2) Installations existantes équipées d'un dispositif de réduction des effluents gazeux, mais auquel toutes les machines de production utilisant des solvants ne sont pas raccordées:

(2.1) machines raccordées au dispositif antipollution:

- avec incinération: émissions totales: 7,5 à 12,5 % des émissions de référence correspondant à ces machines
- avec récupération des solvants: émissions totales: 10,0 à 15,0 % des émissions de référence correspondant à ces machines

(2.2) dans le cas des machines non raccordées au dispositif antipollution, les MTD consistent en l'une des techniques suivantes:

- utiliser sur ces machines des produits sans solvant ou à faible teneur en solvant
- raccorder les machines au dispositif antipollution si la capacité de ce dernier le permet
- réaliser de préférence les travaux nécessitant de fortes concentrations de solvants sur les machines raccordées au dispositif de réduction des effluents gazeux.

(Cas de figure 3) Pour les installations non équipées de dispositifs de réduction des effluents gazeux et qui utilisent des produits de substitution, les MTD consistent à suivre les progrès accomplis dans la mise au point d'encres, de vernis et d'adhésifs sans solvants ou à faible teneur en solvant, et à réduire progressivement les quantités de solvants consommées.

Dans les cas de figure 1 et 2.1, lorsque le ratio solides/solvants dans une installation dépasse 1/5,5 pour l'ensemble des encres, vernis et adhésifs à base de solvants, les niveaux d'émissions indiqués ne pourront peut-être pas être obtenus. En pareil cas, les MTD consistent à recouvrir les bacs à encre ou à utiliser une chambre à racles et à combiner judicieusement les autres techniques, comme indiqué.

Les MDT consistent également à:

- réduire au minimum la consommation d'énergie par une optimisation du traitement des effluents gazeux dans tous les sites;
- chercher à récupérer et à utiliser toute l'énergie en excès sur tous les sites.

Héliogravure d'édition - Les MDT consistent à:

- réduire l'ensemble des émissions fugitives et des COV subsistant après traitement des gaz de manière à atteindre les valeurs suivantes (exprimées en pourcentage de l'apport total en solvants):
 - pour les nouvelles installations: 4 à 5 %, par des techniques applicables aux nouvelles installations;
 - pour les installations existantes: 5 à 7 %, par des techniques applicables aux installations existantes;
- éviter la consommation excessive d'énergie en recourant au nombre optimal de régénérations permettant de maintenir les émissions dans les fourchettes indiquées
- réduire les rejets de toluène dans les égouts municipaux en les ramenant à des valeurs inférieures à 10 mg/l par extraction à l'air.

Fabrication de fil de bobinage - Les MDT consistent à:

- réduire au minimum la consommation d'énergie après séchage du fil, en utilisant l'air ambiant à l'intérieur des locaux ou l'air extérieur pour le refroidissement;
- réduire les émissions totales de COV par une combinaison des techniques décrites et des MTD génériques. Les niveaux d'émission globaux associés à ces techniques sont les suivants:
 - 5 g/kg ou moins pour les fils non fins (> 0,1 mm de diamètre)
 - 10 g/kg ou moins pour les fils fins (0,01 - 0,1 mm de diamètre)
- réduire davantage les émissions de COV en recourant à des techniques utilisant peu ou pas de solvants à la place de lubrifiants à base de solvants.

Fabrication d'abrasifs - Les MDT consistent à:

- réduire les émissions totales de COV par une ou plusieurs des techniques suivantes combinées aux MTD génériques:
 - utilisation de liants sans solvant ou à faible teneur en solvant; cela est possible lorsque le processus ne nécessite pas de refroidissement à l'eau, par exemple dans le cas de la fabrication d'abrasifs pour ponçage à sec;
 - augmentation de la concentration interne de solvants dans les séchoirs;
 - combinaison appropriée des techniques de traitement des effluents gazeux.

Les niveaux d'émission globaux de COV associés à ces techniques sont compris entre 9 et 14 % en poids de l'apport de solvant.

Fabrication de rubans adhésifs - Les MDT consistent,

- pour la fabrication des rubans utilisant des adhésifs à base de solvant, à réduire les émissions de COV en combinant diverses techniques et les MTD génériques, y compris
 - en utilisant si possible des adhésifs sans solvant. Les adhésifs à base d'eau et les adhésifs à chaud n'utilisent que de faibles quantités de solvants (par exemple pour le nettoyage). Ils ne sont cependant utilisables que pour certaines applications.
 - en combinant comme suit les techniques suivantes de traitement des effluents gazeux: a+b, a+c, b, ou c, sachant que
 - a) = condensation après phase de préséchage à l'aide d'un gaz inerte;
 - b) = adsorption avec rendement de récupération supérieur à 90% de l'apport de solvant et des émissions directes (résultant de cette technique) inférieures à 1 %;
 - c) = dispositifs d'oxydation avec récupération d'énergie.

Les niveaux d'émission associés à ces techniques correspondent à 5 % ou moins en poids de l'apport total en solvant.

Revêtement des voitures - Les MDT consistent à :

- réduire au minimum la consommation d'énergie lors du choix des opérations de peinture, séchage/cuisson et des systèmes associés de traitement des effluents gazeux;
- réduire au minimum les émissions de solvants ainsi que la consommation d'énergie et de matières premières en sélectionnant comme indiqué la peinture et le système de séchage. Il convient d'envisager le système de revêtement dans son ensemble car certaines étapes peuvent être incompatibles. Les niveaux d'émission associés sont compris entre 10 et 35 g/m² (surface électrodéposée) (ou entre 0,3 kg/carrosserie + 8 g/m² et 1,0 kg/carrosserie + 26 g/m² équivalent). Les valeurs inférieures ont été obtenues dans deux cas exceptionnels qui sont décrits;
- établir et appliquer, pour les installations existantes, des plans visant à réduire les consommations et les émissions afin d'obtenir les niveaux d'émission indiqués, en gardant à l'esprit les effets multimiliers, le rapport coûts/avantages, les coûts d'investissement élevés et les longues périodes d'amortissement nécessaires pour y parvenir. Il importe de signaler que des améliorations sensibles ne pourront être obtenues que par des techniques qui représentent des dépenses d'investissement considérables. Il pourrait s'avérer plus rentable et plus bénéfique sur le plan de l'environnement de souhaiter des changements par paliers plutôt que de procéder à des améliorations de moindre envergure à court terme qui ne donneront pas les mêmes résultats, en fonction de la période considérée;
- lorsque les cabines de peinture sont équipées d'un dispositif de traitement d'effluents gazeux, les MDT consistent à concentrer les COV par l'une des techniques de prétraitement décrites;
- optimiser les rendements de peinture par une ou plusieurs des techniques décrites;
- réduire au minimum la consommation de matières premières et la production de déchets en optimisant les rendements de peinture;
- réduire au minimum la production de déchets en déshydratant ou en recyclant les résidus de peinture, ou en recourant à la technique de l'émulsion à l'eau.

Revêtement des camions et véhicules commerciaux - Les MDT consistent à :

- réduire au minimum les émissions de solvants ainsi que la consommation d'énergie et de matières premières en combinant les systèmes de peinture et de séchage et les systèmes de traitement des effluents gazeux. En particulier, utilisation de matériaux en polyuréthane sans solvants, appliqués par pulvérisation sans air pour amortir le bruit, pour le revêtement des sols, et utilisation de matériaux pré-enduits. Les niveaux d'émission associés globaux sont compris entre 10 et 55 g/m² pour les nouvelles cabines de camions et entre 15 et 50 g/m² pour les camionnettes et fourgonnettes neuves (surface électrodéposée). Appliquer une combinaison de techniques pour réduire les émissions de solvants utilisés pour le nettoyage. Les niveaux d'émission associés sont inférieurs à 20 g/m² (surface électrodéposée);
- réduire au minimum la consommation de matières premières et la production de déchets en optimisant les rendements de peinture;
- réduire au minimum la production de déchets en déshydratant ou en recyclant les résidus de peinture, ou en recourant à la technique de l'émulsion à l'eau.

Revêtement des bus - Les MDT consistent à :

- réduire au minimum les émissions de solvants ainsi que la consommation d'énergie et de matières premières en combinant les systèmes de peinture et de séchage et les systèmes de traitement des effluents gazeux. En particulier, utilisation de matériaux en polyuréthane sans solvants, appliqués par pulvérisation sans air pour amortir le bruit, pour le revêtement de plancher, et utilisation de matériaux pré-enduits. Les niveaux d'émission associés globaux sont compris entre 92 et 150 g/m² (surface électrodéposée)
- appliquer une combinaison de techniques pour réduire les émissions de solvants utilisés pour le nettoyage. Les niveaux d'émission associés sont inférieurs à 20 g/m² (surface électrodéposée);
- réduire au minimum la consommation de matières premières et la production de déchets en optimisant les rendements de peinture;
- réduire au minimum la production de déchets en déshydratant ou en recyclant les résidus de peinture, ou en recourant à la technique de l'émulsion à l'eau.

Revêtement des trains - Les MDT consistent à:

- réduire les émissions de COV en recourant à une combinaison de techniques, dont les MTD génériques. Les niveaux d'émission associés sont compris entre 70 et 110 g COV/m² de surface peinte (et non de surface électrodéposée);
- appliquer une combinaison de techniques pour réduire les émissions de particules dans l'air. Les niveaux d'émission associés correspondent à 3 mg/m³ ou moins.

Revêtement d'engins agricoles et de chantier - Les MDT consistent à:

- réduire la consommation et les émissions de solvants, optimiser l'efficacité de l'application du revêtement et réduire au minimum la consommation d'énergie en combinant des techniques de peinture, de séchage et de traitement des effluents gazeux. Les niveaux d'émissions associés correspondent soit:
 - à des émissions comprises entre 20 et 50 mg C/m³ de gaz rejeté et à 10 à 20 % d'émissions fugitives, soit
 - à des émissions globales comprises entre 0,2 et 0,33 kg COV/kg d'apport de (matières) solides
- réduire la consommation de matériaux, les émissions de solvants et le débit d'air à traiter par des techniques d'application au trempé pour le revêtement de certaines pièces avant assemblage;
- utiliser d'autres systèmes de peinture pour remplacer les peintures à base de solvants halogénés.

Revêtement des navires et yachts - Les MDT consistent à:

- réduire les émissions en intégrant les MTD décrites dans ce chapitre dans les pratiques à respecter en cale sèche définies au niveau de l'installation
- réduire les émissions de solvants par une combinaison des MTD génériques et d'une partie ou de la totalité des techniques suivantes:
 - utilisation de peintures à base d'eau, à haut extrait sec ou à 2 composants lorsque les spécifications techniques et/ou les exigences du client le permettent;
 - réduction des pertes par excès de projection et amélioration de l'efficacité de l'application par une combinaison de techniques;
 - pour les nouvelles constructions, mise en peinture des différentes parties avant assemblage, dans des espaces clos avec extraction et traitement des effluents gazeux;
- réduire les émissions de particules par une ou plusieurs techniques en association
- réduire la contamination des eaux résiduelles en débarrassant les quais des résidus, des restes et des conteneurs de peinture, des abrasifs usés, de la boue, des résidus d'hydrocarbures et de tous autres rebuts avant la mise à l'eau, et en les stockant dans des conteneurs appropriés en vue de leur réutilisation ou de leur élimination.

Revêtement des avions - Les MDT consistent à:

- réduire au minimum les rejets de Cr(VI) dans l'eau en recourant à d'autres systèmes de passivation;
- réduire les émissions de solvant dans l'air grâce à :
 - l'utilisation de peintures à haut extrait sec
 - la collecte et le traitement des effluents gazeux lors de l'application de peinture sur les pièces;
- réduire les émissions de solvants par une ou plusieurs des techniques suivantes:
 - automatisation de l'équipement de nettoyage
 - mesure des solvants utilisés pour le nettoyage
 - utilisation de tampons de nettoyage pré-imprégnés;
- réduire les émissions de particules dans l'air en appliquant les techniques décrites. Les niveaux d'émission associés correspondent à 1 mg/m³ ou moins.

Revêtement d'autres surfaces métalliques - Les MDT consistent à:

- réduire la consommation et les émissions de solvants, optimiser l'efficacité de l'application du revêtement et réduire au minimum la consommation d'énergie en appliquant une ou plusieurs techniques de peinture, de séchage et de traitement des effluents gazeux. Les niveaux d'émission associés sont compris entre 0,1 et 0,33 kg COV/kg d'apport de (matières) solides. Ces valeurs ne s'appliquent toutefois pas aux installations dont les émissions sont incluses dans le calcul global des émissions générées lors du revêtement en série des véhicules;
- réduire la consommation de matières en recourant à des techniques d'application à haut rendement;
- utiliser d'autres systèmes de peinture pour remplacer les peintures à base de solvants halogénés.

Laquage en continu - Les MDT consistent à:

- réduire la consommation d'énergie par une sélection de techniques. Les niveaux d'émission associés sont:

Consommation d'énergie pour 1000 m ² de substrat	Minimum	Maximum
Électricité consommée en kWh/1000 m ² pour l'aluminium	270	375
Électricité consommée en kWh/1000 m ² pour l'acier	250	440
Consommation de combustibles fossiles en MJ/1000 m ² pour l'aluminium	4000	9800
Consommation de combustibles fossiles en MJ/1000 m ² pour l'acier	3000	10200

Laquage en continu: consommation d'énergie pour les substrats en aluminium et en acier

- réduire les émissions de solvants par une combinaison des techniques décrites. Les niveaux d'émission associés sont les suivants:
 - nouvelles installations: 0,73 – 0,84 g/m² pour les effluents gazeux, et 3 – 5 % pour les émissions fugitives;
 - installations existantes: 0,73 – 0,84 g/m² pour les effluents gazeux, et 3 – 10 % pour les émissions fugitives. Dans les installations existantes, les valeurs inférieures de la fourchette ne pourront être obtenues qu'après d'importants travaux de modernisation;
- recycler l'aluminium et l'acier provenant des résidus de substrats.

Revêtement et impression d'emballages métalliques - Les MDT consistent à:

- réduire la consommation d'énergie par diverses techniques et/ou récupérer l'énergie provenant du traitement thermique des effluents gazeux. Les niveaux de consommation associés, par exemple pour les boîtes métalliques obtenues par emboutissage-étirage (DWI), sont les suivants:
 - gaz naturel: 5 – 6,7 kWh/m²
 - électricité: 3,6 – 5,5 kWh/m²
 - énergie récupérée (le cas échéant, mais la récupération d'énergie n'est pas possible si les niveaux d'émission sont obtenus grâce à la substitution): 0,3 – 0,4 kWh/m²
- réduire les émissions de solvants par une sélection de techniques. Les niveaux d'émission associés sont:

	Niveau d'émission de COV à l'application (g/m ²) ⁽²⁾	
	à base de solvant	à base d'eau
Contact alimentaire <ul style="list-style-type: none"> • CANNETTES de boisson DWI • Feuille pour fonds, boîtes métalliques et composants • Fûts 	6,7 – 10,5 4 – 93 90 – 100	3,2 – 4,5 1 – 30
Contact non alimentaire <ul style="list-style-type: none"> • Feuille pour fonds, boîtes métalliques et 	4 – 93	1 – 30

composants	60 – 70	11 – 20
• Fûts		
Peinture pour impression		
• Feuille pour fonds, boîtes métalliques et composants ⁽¹⁾	2,5 – 13	1 – 6
Remarques		
¹ Les applications d'encre UV et de peinture sont réservées aux usages non alimentaires et spéciaux mais permettent d'obtenir des valeurs plus faibles que celles indiquées dans ce tableau.		
² Ces valeurs incluent les émissions fugitives.		

Emballages métalliques: niveaux d'émission de solvants associés aux MTD

- réduire les rejets de solvants dans l'eau par une sélection de techniques. Les niveaux d'émission associés sont les suivants:

Composé	Concentration (mg/l)
DCO	<350
AOX	0,5 – 1
HC	20 ou moins
Sn	4 ou moins

Emballages métalliques: rejets d'eaux résiduaires

Revêtement de pièces en matière plastique Les MDT consistent à:

- réduire la consommation et les émissions de solvants, optimiser l'efficacité de l'application du revêtement et réduire au minimum la consommation d'énergie en appliquant une ou plusieurs techniques de peinture, de séchage et de traitement des effluents gazeux. Les niveaux d'émission associés sont compris entre 0,25 et 0,35 kg COV/kg d'apport de (matières) solides. Ces valeurs ne s'appliquent toutefois pas aux installations dont les émissions sont incluses dans le calcul global des émissions générées lors du revêtement en série des véhicules;
- réduire la consommation de matières en recourant à des techniques d'application à haut rendement;
- recourir de préférence aux techniques à base d'eau pour les systèmes nouveaux ou modernisés;
- dégraisser les surface en polypropylène simple à la main à l'aide de tampons imprégnés de solvant.

Revêtement de meubles et de bois - Les MDT consistent à:

- réduire la consommation et les émissions de solvants, optimiser l'efficacité de l'application du revêtement et réduire au minimum la consommation d'énergie en combinant des techniques de peinture, de séchage et de traitement des effluents gazeux. Les niveaux d'émission associés correspondent soit à 0,25 kg COV ou moins par kilogramme d'apport de solide, soit aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous:

Teneur en solvants organiques du système de peinture	Teneur en solvants (% en poids)	Mesures de réduction des émissions	Émissions de COV (g/m ²)
Élevée	65	Techniques d'application à haut rendement et bonnes pratiques de gestion	40 - 60
Moyenne	20		10 - 20
Faible	5		2 - 5

Revêtement du bois: émissions de COV de divers systèmes de peinture, avec mesures primaires de réduction des émissions

- réduire les émissions de particules dans l'air (voir MTD génériques ci-avant). Un avis divergent a été enregistré dans ce secteur: Le niveau d'émission associé est 10 mg/m³ ou moins pour les installations nouvelles comme pour les installations existantes. Le raisonnement est que cette valeur est économiquement et techniquement réalisable dans cette branche d'activité.

Protection du bois Les MDT consistent à:

- réduire les émissions de solvant en recourant à l'imprégnation sous vide à l'aide de systèmes de pesticides très concentrés ou à base d'eau, avec traitement des effluents gazeux des systèmes de solvants;
- utiliser la dernière phase sous vide du cycle de traitement pour éliminer le solvant ou le milieu de suspension en excès;
- utiliser un solvant ayant un potentiel de formation d'ozone moins élevé dans les systèmes de solvants;
- évacuer l'excédent de pesticides des zones confinées à l'aide de systèmes à base de solvants ou à base d'eau.

La pulvérisation ne fait pas partie des MTD en raison de son faible rendement global d'application.

Revêtement de miroirs - Les MDT consistent à:

- réduire la consommation et les émissions de solvants (xylène essentiellement) par une combinaison des techniques décrites et des MTD génériques. Les niveaux d'émission associés sont compris entre 1 et 3 g/m² pour les effluents gazeux (2 à 3 % de l'apport de solvant) et entre 5 et 10 g/m² pour les émissions fugitives (8 à 15 % de l'apport de solvant);
- réduire l'utilisation de substances dangereuses en utilisant des peintures à faible teneur en plomb.

Ce secteur utilise également des traitement de surface à base d'eau, qui sont décrits (de même que les MTD) dans le BREF sur le traitement de surface des métaux.

Techniques nouvelles

Plusieurs techniques sont en cours de développement ou de transfert pour les diverses branches d'activités. Il s'agit en particulier, pour les encres, les revêtements ou les adhésifs: d'utiliser moins de solvants ou de s'en passer, d'utiliser des systèmes à base d'eau améliorés, des systèmes mono et bicomposants, des peintures à très haut extrait sec et des revêtements en poudre. Ces techniques font souvent appel à un séchage ou à une cuisson non thermique, par UV ou autre rayonnement. En ce qui concerne l'application de la dernière couche de lubrifiant sur les fils de bobinage, les dernières avancées consistent en des techniques utilisant peu ou pas de solvant, mais qui ont actuellement une application limitée. Dans le secteur du revêtement des véhicules automobiles, des progrès sont réalisés dans la mise au point de revêtements en phase aqueuse, d'enduits lustrés mono et bicomposants, de revêtements à très haut extrait sec, de revêtements en poudre et de peinture polyuréthane (PU) qui sont applicables aussi bien sur métaux que sur plastiques; on a également davantage recours aux matériaux pré-enduits. Ces différents progrès se traduisent par une diminution du nombre de couches de peinture.

Conclusions

L'échange d'informations sur les meilleures techniques disponibles pour le traitement de surface par solvants organiques s'est déroulé entre 2003 et 2006. Cet échange a été fructueux et un haut niveau de consensus a pu être atteint durant les travaux, comme à l'issue de la réunion finale du groupe de travail technique. Un avis divergent a été enregistré concernant les émissions de particules pour le revêtement des meubles et du bois

L'échange d'informations a porté sur les questions relevant du champ d'application du présent BREF.

Le chapitre relatif aux conclusions mentionne les lacunes dans les connaissances et contient des recommandations concernant les futures recherches à mener. Les principaux axes de ces recherches sont le potentiel de création d'ozone photochimique et le rapport coûts/avantages de la combustion de gaz naturel pour réduire les émissions de COV.

Dans le cadre de ses programmes de RDT, la Communauté européenne mène et subventionne une série de projets concernant les technologies propres, les nouvelles techniques de recyclage et de traitement des effluents et les stratégies de gestion en la matière. Ces projets sont

susceptibles d'apporter une précieuse contribution lors des futurs réexamens du BREF. Les lecteurs sont donc invités à informer le Bureau européen IPPC de tout résultat de recherche présentant de l'intérêt pour ce document (voir également la préface du BREF).

PRÉFACE

1. Statut de ce document

Sauf indication contraire, les renvois à « la Directive » dans ce document font référence à la Directive du Conseil 96/61/CE sur la prévention et la réduction intégrées de la pollution. La Directive s'appliquant sans préjudice aux dispositions de la Communauté en matière de santé et de sécurité sur le lieu de travail, il en est de même pour ce document.

Ce document fait partie d'une série présentant les résultats d'un échange d'informations entre les États membres de l'UE et les industries intéressées au sujet des meilleures techniques disponibles, des prescriptions de contrôle y afférentes et de leur évolution. *[Il est publié par la Commission Européenne conformément à l'Article 16(2) de la Directive, et doit donc être pris en compte comme stipulé dans l'Annexe IV de la Directive lors de la détermination des « meilleures techniques disponibles ».]

* Note : La mention entre crochets sera supprimée une fois achevée la procédure de publication par la Commission.

2. Obligations légales pertinentes de la Directive IPPC et définition des MTD

Afin d'aider le lecteur à comprendre le contexte légal dans lequel s'inscrit ce document, quelques-unes des dispositions les plus pertinentes de la Directive IPPC, notamment la définition du terme « meilleures techniques disponibles », sont décrites dans cette préface. Cette description est forcément incomplète et n'est donnée qu'à titre indicatif. Elle n'a pas de valeur légale et ne modifie en rien ni ne porte aucunement préjudice aux dispositions réelles de la Directive.

L'objectif de la Directive est de réaliser la prévention et la réduction intégrées de la pollution provenant des activités figurant dans son Annexe I, en garantissant un niveau élevé de protection de l'environnement dans son ensemble. La base légale de la Directive concerne la protection de l'environnement. Sa mise en œuvre devrait aussi prendre en compte les autres objectifs de la Communauté, tels que la compétitivité de l'industrie de la Communauté, contribuant ainsi au développement durable.

Plus spécifiquement, elle établit un système de délivrance de permis pour certaines catégories d'installations industrielles nécessitant à la fois de la part des exploitants et des autorités réglementaires d'avoir une vue d'ensemble intégrée du potentiel de pollution et de consommation des installations. Le but général d'une telle approche intégrée doit être d'améliorer la gestion et le contrôle des procédés industriels afin d'assurer un niveau élevé de protection de l'environnement dans son ensemble. Au cœur de cette approche se trouve le principe général fourni à l'Article 3 qui stipule que les exploitants doivent prendre toutes les mesures de prévention appropriées contre les pollutions, notamment en ayant recours aux meilleures techniques disponibles leur permettant d'améliorer leur performance environnementale.

Le terme « meilleures techniques disponibles » est défini à l'Article 2(11) de la Directive comme étant « le stade de développement le plus efficace et avancé des activités et de leurs modes d'exploitation, démontrant l'aptitude pratique de techniques particulières à constituer, en principe, la base des valeurs limites d'émission visant à éviter et, lorsque cela s'avère impossible, à réduire de manière générale les émissions et l'impact sur l'environnement dans son ensemble. » L'Article 2(11) clarifie encore davantage cette définition en ajoutant :

Par « techniques », on entend aussi bien les techniques employées que la manière dont l'installation est conçue, construite, entretenue, exploitée et mise à l'arrêt ;

Par « disponibles », on entend les techniques mises au point sur une échelle permettant de les appliquer dans le contexte du secteur industriel concerné, dans des conditions économiquement et techniquement viables, en prenant en considération les coûts et les avantages, que ces techniques soient utilisées ou produites ou non sur le territoire de l'État membre intéressé, pour autant que l'exploitant concerné puisse y avoir accès dans des conditions raisonnables ;

Par « meilleures », on entend les techniques les plus efficaces pour atteindre un niveau général élevé de protection de l'environnement dans son ensemble.

De plus, l'Annexe IV de la Directive donne une liste de « Considérations à prendre en compte en général ou dans un cas particulier lors de la détermination des meilleures techniques disponibles... compte tenu

des coûts et des avantages pouvant résulter d'une action et des principes de précaution et de prévention ». Ces considérations incluent les informations publiées par la Commission conformément à l'Article 16(2).

Les autorités compétentes responsables de la délivrance des permis doivent prendre en compte les principes généraux stipulés dans l'Article 3 lors de la détermination des conditions d'obtention du permis. Ces conditions doivent inclure les valeurs limites d'émission, suppléées ou remplacées lorsque cela est approprié par des paramètres ou des mesures techniques équivalents. Selon l'Article 9(4) de la Directive, les valeurs limites d'émission, les paramètres et les mesures techniques équivalents doivent, sans préjudice au respect des normes de qualité environnementale, être fondés sur les meilleures techniques disponibles, sans prescrire l'utilisation d'une technique ou d'une technologie spécifique, et en prenant en considération les caractéristiques techniques de l'installation concernée, son implantation géographique et les conditions locales de l'environnement. Dans tous les cas, les conditions d'autorisation prévoient des dispositions relatives à la minimisation de la pollution à longue distance ou transfrontière et garantissent un niveau élevé de protection de l'environnement dans son ensemble.

Les États membres ont l'obligation, comme stipulé dans l'Article 11 de la Directive, de veiller à ce que l'autorité compétente se tienne informée ou soit informée de l'évolution des meilleures techniques disponibles.

3. Objectif de ce document

L'Article 16(2) de la Directive requiert que la Commission organise « l'échange d'informations entre les États membres et les industries intéressées au sujet des meilleures techniques disponibles, des prescriptions de contrôle y afférentes et de leur évolution », et qu'elle publie les résultats de l'échange.

L'objectif de l'échange d'informations est fourni dans la clause 25 de la Directive, qui établit que « le développement et l'échange d'informations au niveau de la Communauté sur les meilleures techniques disponibles aideront à redresser les déséquilibres technologiques dans la Communauté, favoriseront la dissémination mondiale des valeurs limites et des techniques utilisées au sein de la Communauté et aideront les États membres à mettre en œuvre cette Directive manière efficace ».

La Commission (DG Environnement) a établi un forum d'échange d'informations (IEF) pour encourager les travaux réalisés dans le cadre de l'Article 16(2) et un certain nombre de groupes de travail techniques ont été constitués sous la tutelle de l'IEF. L'IEF et les groupes de travail techniques comprennent chacun des représentants des États membres et de l'industrie comme requis par l'Article 16(2).

L'objectif de cette série de documents est de refléter précisément l'échange d'informations qui a eu lieu tel que requis par l'Article 16(2) et de fournir des informations de référence pour permettre aux autorités de les prendre en compte lors de la détermination des conditions de délivrance des autorisations. En fournissant des informations pertinentes sur les meilleures techniques disponibles, ces documents devraient constituer de précieux outils de promotion de la performance environnementale.

4. Sources d'informations

Ce document est un résumé des informations recueillies auprès d'un certain nombre de sources, y compris notamment l'expertise des groupes établis pour assister la Commission dans son travail, et qui ont été vérifiées par les services de la Commission. Toutes les contributions sont reconnues.

5. Comment comprendre et utiliser ce document

Les informations fournies dans ce document sont destinées à être utilisées comme des suggestions pour la détermination des MTD dans des cas spécifiques. Lors de la détermination des MTD et de la mise en place des conditions de délivrance de permis sur la base des MTD, l'objectif global d'atteindre un niveau élevé de protection de l'environnement dans son ensemble devrait toujours être pris en compte.

Le reste de cette section décrit les types d'informations qui sont fournies dans chaque section du document.

Le Chapitre 1 fournit des informations générales sur les industries ou les activités concernées. Les Chapitres 2 à 19 se divisent chacun en quatre sections comme suit :

1. Informations générales sur l'industrie ou l'activité concernée
2. Description des procédés industriels utilisés dans cette industrie ou activité

3. Données et informations concernant les niveaux réels de consommation et d'émissions reflétant la situation dans les installations existantes au moment de la rédaction de ce document
4. Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD comme expliqué ci-dessous pour le Chapitre 20. Néanmoins, l'accent est mis sur les techniques ou les informations spécifiques des industries ou activités individuelles entrant dans le domaine d'application de ce document.

Le Chapitre 20 décrit les techniques génériques de réduction des consommations et des émissions et d'autres techniques qui sont considérées comme étant les plus pertinentes pour déterminer les MTD et les conditions de permis sur la base des MTD plus en détail, et qui sont pertinentes pour toutes ou la plupart des industries ou activités concernées. Ces informations incluent des données sur les consommations et niveaux d'émissions considérés comme atteignables en utilisant la technique, les coûts et les problèmes croisés associés à la technique, et dans quelle mesure la technique est applicable à la gamme étendue d'installations qui entrent dans le domaine d'application de ce document. Cela inclut, par exemple, l'industrie ou activité dans laquelle la technique est actuellement employée et si elle est applicable ou non à d'autres industries ou activités, y compris les installations nouvelles, existantes, de petite ou de grande taille. Les techniques qui sont généralement considérées comme obsolètes sont exclues.

Le Chapitre 21 présente les techniques et les consommations et niveaux d'émissions qui sont considérés comme compatibles avec les MTD d'un point de vue général. La Section 21.1 définit les MTD génériques applicables dans toutes les industries dans ce secteur, et les Sections 21.2 à 21.19 définissent les MTD spécifiques de chaque industrie à utiliser en conjonction avec celles de la Section 21.1.

L'objectif est de fournir des indications générales concernant les consommations et niveaux d'émissions qui peuvent être considérés comme des points de référence appropriés pour assister à la détermination des conditions de délivrance de permis basées sur les MTD ou pour l'établissement de règles obligatoires générales conformément à l'Article 9(8). Il devrait néanmoins être souligné que ce document ne propose pas de valeurs limites d'émission. La détermination des conditions appropriées de délivrance de permis nécessitera de prendre en compte les facteurs locaux, spécifiques du site, tels que les caractéristiques techniques de l'installation concernée, sa situation géographique et les conditions environnementales locales. Dans le cas d'installations existantes, la viabilité économique et technique de leur mise à niveau doit aussi être prise en compte. Même l'objectif unique d'assurer un niveau élevé de protection de l'environnement dans son ensemble nécessitera souvent de réaliser des compromis entre les différents types d'impacts environnementaux, et ces compromis seront souvent influencés par des considérations locales.

Bien qu'une tentative soit réalisée pour traiter certaines de ces questions, il n'est pas possible de les considérer de façon exhaustive dans ce document. Les techniques et les niveaux présentés au Chapitre 21 ne seront pas nécessairement appropriés pour toutes les installations. D'autre part, l'obligation d'assurer un niveau élevé de protection environnementale en incluant la minimisation de la pollution à longue distance ou transfrontière implique que les conditions d'obtention de permis ne peuvent être définies sur la base de considérations purement locales. Il est donc de la plus haute importance que les informations contenues dans ce document soient totalement prises en compte par les autorités délivrant les permis. Le reste de cette section décrit les types d'informations qui sont fournis dans chaque section du document.

Étant donné que les meilleures techniques disponibles évoluent, ce document sera révisé et mis à jour comme approprié. Tous les commentaires et les suggestions devront être adressés au Bureau européen de l'IPPC à l'Institut de prospective technologique (*Institute for Prospective Technological Studies*), à l'adresse suivante :

Edificio Expo, c/Inca Garcilaso, s/n, E-41092 Séville, Espagne
 Téléphone : +34 95 4488 284
 Fax : +34 95 4488 426
 e-mail : JRC-IPTS-EIPPCB@ec.europa.eu
 Internet : <http://eippcb.irc.es>

Interface entre l'IPPC et la DES

La présentation suivante des enjeux concerne l'interface entre la Directive 1999/13/CE du 11 mars 1999 relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations (Directive relative aux émissions de solvants, DES) et la Directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 concernant la prévention et la réduction intégrées de la pollution (Directive IPPC).

Il convient de noter que l'interprétation finale de la loi communautaire revient à la Cour Européenne de Justice et qu'il ne peut être donc exclu que l'interprétation de la Cour ne soulève de nouvelles questions dans le futur.

La DES contient principalement les références explicites suivantes à la Directive IPPC :

- L'Article 4 de la DES requiert que « *sans préjudice de la Directive 96/61/CE, les États membres prennent les mesures nécessaires pour assurer que les installations existantes sont conformes aux Articles 5, 8 et 9 au plus tard le 31 octobre 2007* ». Cela éclaircit le fait que la conformité avec les conditions décrites dans la DES ne supprime pas l'obligation d'opérer en conformité avec toutes les dispositions de la Directive IPPC, y compris un permis contenant les valeurs limites d'émission, des paramètres ou des mesures techniques équivalents déterminés suivant les dispositions de l'Article 9(4) et de l'Article 9(8) de ladite Directive. Comme présenté dans la Préface du BREF standard, une certaine flexibilité est ancrée dans les dispositions de l'Article 9(4) de la Directive IPPC ainsi que dans la définition des MTD. Néanmoins, si des conditions plus strictes, comparées aux conditions de la DES, sont déterminées par une autorité compétente ou via des règles générales obligatoires et qu'elles doivent être respectées pour remplir les conditions de la Directive IPPC pour un permis particulier, ces conditions plus strictes devront s'appliquer.
- L'Article 6 de la DES fournit la possibilité aux États membres d'établir et mettre en œuvre des plans nationaux de réduction des émissions dues aux activités et aux installations industrielles couvertes par la Directive, à l'exception du nettoyage de surface et du nettoyage à sec. Néanmoins, comme le stipule l'Article 6(1) de la Directive, « *un plan national ne peut en aucun cas accorder à une installation existante une dérogation à des dispositions figurant dans la Directive 96/61/CE* ». Par conséquent, même si une installation est couverte par un plan national, elle devra toujours être exploitée au regard des dispositions de la Directive IPPC, y compris du permis contenant les valeurs limites d'émission ou des paramètres ou des mesures techniques équivalents déterminés suivant les dispositions de l'Article 9(4) ou l'Article 9(8) de la Directive IPPC.

La Directive IPPC fait référence aux autres législations et valeurs limites d'émission suivantes :

- L'Article 18(2) établit que : « *en l'absence de valeurs limites d'émissions communautaires, définies en application de la présente directive, les valeurs limites d'émission pertinentes, telles qu'elles sont fixées par les directives visées à l'Annexe II et par d'autres réglementations communautaires, s'appliquent aux installations visées à l'Annexe I en tant que valeurs limites d'émission minimales au titre de la présente directive* ».

La Directive relative aux émissions de solvants ne figure pas dans l'Annexe II car elle est entrée en vigueur après la Directive IPPC. Néanmoins, il est clair que les « *autres réglementations communautaires* » au sens de l'Article 18(2), et les valeurs limites d'émission qu'il contient, sont par conséquent les valeurs limites d'émission minimales pour ce secteur de l'industrie.

Document de référence sur les meilleures techniques disponibles sur le traitement de surface utilisant des solvants organiques

RÉSUMÉ.....	I
PRÉFACE.....	XII
DOMAINE D'APPLICATION	XLI
1 INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE TRAITEMENT DE SURFACE UTILISANT DES SOLVANTS ORGANIQUES	1
1.1 Solvants organiques et traitement de surface.....	1
1.2 Principaux enjeux environnementaux.....	2
1.2.1 Généralités	2
1.2.2 Solvants	3
1.2.3 Métaux	3
1.2.4 Autres polluants	4
1.2.5 Énergie.....	4
1.2.6 Consommation de matières premières	4
1.2.7 Consommation d'eau	4
1.2.8 Déchets solides et liquides.....	4
1.2.9 Particules en suspension dans l'air	5
1.2.10 Bruit.....	5
2 IMPRESSION	6
2.1 Informations générales sur l'impression.....	6
2.1.1 Industrie de l'impression dans la Communauté Européenne.....	6
2.1.2 Produits.....	10
2.1.2.1 Journaux	10
2.1.2.2 Magazines et catalogues	10
2.1.2.3 Livres.....	10
2.1.2.4 Impression générale.....	11
2.1.2.5 Impression de sécurité	11
2.1.2.6 Étiquettes.....	11
2.1.2.7 Imprimés commerciaux	11
2.1.2.8 Emballages en papier et en carton	11
2.1.2.9 Emballages souples	12
2.1.2.10 Produits nécessitant des films d'encre épais.....	12
2.1.2.11 Papiers muraux, papiers décoratifs et pellicules à base de papier pour l'industrie du meuble et du pelliculage.....	12
2.1.2.12 Enveloppes	13
2.2 Procédés et techniques appliqués pour l'impression.....	13
2.2.1 Systèmes de pré-presse et d'épreuve.....	13
2.2.2 Création du support de l'image : plaques d'impression, cylindres, pochoirs et exposition directe des plaques (CTP)	13
2.2.3 Impression	14
2.2.3.1 Typographie et typo-report.....	15
2.2.3.2 Flexographie.....	15
2.2.3.3 Offset : généralités.....	16
2.2.3.4 Offset feuille à feuille	18
2.2.3.5 Rotatives (offset à sécheur thermique et coldset)	19
2.2.3.6 Héliogravure.....	20
2.2.3.7 Sérigraphie	22
2.2.3.8 Impression numérique	23
2.2.3.9 Pelliculage et vernissage dans l'emballage souple	23
2.2.4 Finition	24
2.2.5 Activités associées	24
2.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels de l'impression.....	26
2.3.1 Présentation générale de l'industrie de l'impression	26
2.3.2 Offset sur rotative à sécheur thermique	26
2.3.2.1 Bilans massiques – impression à sécheur thermique.....	26

2.3.2.2	Consommations – impression à sécheur thermique.....	33
2.3.2.3	Émissions – impression à sécheur thermique	37
2.3.3	Impression d’emballages souples – flexographie et héliogravure	41
2.3.3.1	Bilans massiques – emballages souples.....	41
	Imprimerie virtuelle.....	43
2.3.3.2	Consommations – emballages souples	45
2.3.3.3	Émissions – emballages souples.....	52
2.3.4	Héliogravure d’édition.....	57
2.3.4.1	Bilans massiques – héliogravure d’édition.....	57
2.3.4.2	Consommations – héliogravure d’édition.....	60
2.3.4.3	Émissions – héliogravure d’édition	62
2.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour l’impression	64
2.4.1	Impression offset à sécheur thermique	64
2.4.1.1	Encres traditionnelles à séchage thermique.....	65
2.4.1.2	Remplacement des encres traditionnelles à séchage thermique (substitution)	65
2.4.1.3	Réduction des émissions de la solution de mouillage.....	66
2.4.1.4	Filtrage de la solution de mouillage	71
2.4.1.5	Contrôle de la dureté de l’eau de la solution de mouillage.....	72
2.4.1.6	Offset sans eau	72
2.4.1.7	Collecte et traitement des gaz résiduels.....	73
2.4.1.8	Nettoyage	75
2.4.2	Impression flexographique et héliogravure d’emballage	77
2.4.2.1	Encres traditionnelles à base de solvants.....	77
2.4.2.2	Remplacement des encres traditionnelles à base de solvants (substitution)	78
2.4.2.3	Vernis et adhésifs traditionnels à base de solvants	81
2.4.2.4	Remplacement des vernis et adhésifs traditionnels	82
2.4.2.5	Traitement des gaz résiduels	85
2.4.2.6	Nettoyage	87
2.4.3	Héliogravure d’édition.....	88
2.4.3.1	Encres traditionnelles à base de solvants.....	89
2.4.3.2	Remplacement des encres traditionnelles à base de solvants	89
2.4.3.2.1	Alternatives à base d’eau.....	89
2.4.3.3	Traitement des gaz résiduels	91
2.4.3.4	Nettoyage	96
3	FABRICATION DES FILS DE BOBINAGE	97
3.1	Informations générales sur l’industrie du fil de bobinage.....	97
3.1.1	Caractéristiques du produit et applications en utilisation finale	98
3.2	Procédés et techniques appliqués pour la fabrication de fils de bobinage	98
3.2.1	Procédé classique de fabrication de fils émaillés.....	98
3.3	Consommation et niveaux d’émissions actuels de la fabrication de fils de bobinage.....	101
3.3.1	Bilans massiques.....	101
3.3.2	Consommations	102
3.3.2.1	Revêtements	103
3.3.2.2	Lubrifiants	104
3.3.3	Émissions.....	104
3.3.3.1	Émissions dans l’air.....	104
3.3.3.2	Émissions dans l’eau	107
3.3.3.3	Déchets	107
3.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la fabrication des fils de bobinage	108
3.4.1	Techniques générales utilisées pour la fabrication de fils de bobinage	108
3.4.2	Gestion de l’énergie.....	109
3.4.2.1	Refroidissement du fil par l’air ambiant ou l’air extérieur	109
3.4.3	Procédés traditionnels à base de solvants	110
3.4.3.1	Application de bains de revêtement traditionnels à base de solvants avec utilisation de filière et circuit de revêtement.....	110
3.4.3.2	Application de revêtements traditionnels à base de solvants avec apport dosé de revêtement et application par coussinet.....	110
3.4.3.3	Application de lubrifiants traditionnels à base de solvants au moyen de coussinets	111
3.4.4	Émulsions traditionnelles à base d’eau.....	111
3.4.5	Remplacement des matériaux traditionnels à base de solvants (substitution).....	112
3.4.5.1	Revêtements en émail à haut extrait sec.....	112

3.4.5.2	Revêtements en émail à base d'eau	112
3.4.5.3	Revêtements en émail avec durcissement UV	113
3.4.5.4	Revêtement en émail sans crésol	113
3.4.5.5	Revêtements en émail à poudre polyester	114
3.4.5.6	Lubrifiants sans solvants	114
3.4.6	Remplacement des procédés de revêtements traditionnels à base de solvants.....	115
(substitution)	115
3.4.6.1	Revêtements en émail par extrusion	115
3.4.6.2	Revêtements en émail par résine coulée.....	116
3.4.6.3	Revêtements en émail avec système époxy à deux composants.....	116
3.4.6.4	Revêtements en émail par électrodéposition	117
3.4.6.5	Revêtements auto-lubrifiants.....	117
3.4.7	Traitement des gaz résiduels.....	118
3.4.7.1	Gaz résiduels provenant de l'émaillage.....	118
3.4.7.2	Lubrification.....	119
4	FABRICATION DES ABRASIFS	120
4.1	Généralités sur l'industrie des abrasifs	120
4.1.1	Champs d'application	120
4.1.2	Production et ventes.....	120
4.1.3	Caractérisation du produit « abrasif » et exigences en matière de qualité	120
4.1.3.1	Support	121
4.1.3.2	Matériaux liants.....	123
4.1.3.3	Grain abrasif.....	123
4.1.4	Exigences en matière de qualité.....	126
4.2	Procédés et techniques appliqués pour la fabrication des abrasifs.....	126
4.2.1	Présentation du procédé	126
4.2.2	Étapes détaillées du procédé	126
4.2.2.1	Prétraitement des supports.....	127
4.2.2.2	Revêtement du support avec des matériaux liants	128
4.2.2.3	Revêtement du support avec des grains.....	128
4.2.2.4	Flexion.....	129
4.2.3	Composants des installations et différenciation requise	129
4.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels de la fabrication des abrasifs	130
4.3.1	Bilans massiques.....	130
4.3.2	Consommations	133
4.3.3	Émissions.....	133
4.3.3.1	Émissions dans l'air.....	133
4.3.3.2	Émissions dans l'eau	134
4.3.3.3	Déchets.....	134
4.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la fabrication des abrasifs	134
4.4.1	Matériaux liants traditionnels à base de solvants.....	135
4.4.2	Remplacement des matériaux liants traditionnels à base de solvants	136
4.4.2.1	Matériaux liants sans solvants	136
4.4.3	Séchage.....	136
4.4.3.1	Séchage par convection	136
4.4.3.2	Séchage électromagnétique	136
4.4.4	Traitement des gaz résiduels.....	136
4.4.4.1	Augmentation de la concentration interne de solvant.....	136
4.4.4.2	Confinement et collecte des gaz résiduels.....	137
4.4.4.3	Systèmes de filtre sec	137
4.4.4.4	Oxydation thermique.....	137
4.4.4.5	Oxydation thermique régénérative	137
4.4.4.6	Traitement biologique	137
4.4.5	Traitement des eaux usées	137
5	FABRICATION DES RUBANS ADHÉSIFS.....	138
5.1	Généralités sur la fabrication des rubans adhésifs	138
5.1.1	Applications d'adhésifs sensibles à la pression	138
5.2	Procédés et techniques appliqués pour la fabrication des rubans adhésifs.....	139
5.2.1	Fabrication des rubans adhésifs	139
5.2.2	Matériaux pour la fabrication des rubans adhésifs.....	139

5.2.3	Procédé de fabrication des rubans adhésifs	141
5.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels de la fabrication des rubans adhésifs.....	144
5.3.1	Bilan des émissions de COV	146
5.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la fabrication des rubans adhésifs	147
5.4.1	Adhésifs traditionnels à base de solvants.....	148
5.4.2	Remplacement des adhésifs traditionnels à base de solvants (substitution)	148
5.4.2.1	Adhésifs à base de matières thermoplastiques.....	148
5.4.2.2	Adhésifs à base d'eau	148
5.4.2.3	Adhésifs à durcissement UV	149
5.4.3	Remplacement de la fabrication des adhésifs traditionnels à base de solvants (substitution) 149	
5.4.3.1	Fabrication de rubans adhésifs sans solvants.....	149
5.4.4	Séchage.....	150
5.4.4.1	Séchage par convection sous atmosphère inerte.....	150
5.4.4.2	Durcissement par rayonnement infrarouge.....	150
5.4.4.3	Durcissement par rayonnement ultraviolet (UV)	151
5.4.4.4	Séchage par faisceau d'électrons (FE).....	151
5.4.5	Traitement des gaz résiduels.....	151
5.4.5.1	Condensation (réfrigération)	151
5.4.5.2	Adsorption sur charbon actif et récupération sur site	151
6	REVÊTEMENT DES VOITURES	152
6.1	Informations générales sur l'industrie automobile.....	152
6.1.1	Chiffres de production et de ventes	152
6.2	Procédés et techniques appliqués dans l'industrie automobile	153
6.2.1	Exigences en matière de qualité.....	153
6.2.2	Revêtements en série	154
6.2.3	Produits de revêtement appliqués	154
6.2.4	Procédés de revêtement	155
6.2.4.1	Techniques d'application de revêtement	155
6.2.4.2	Description des étapes du procédé.....	155
6.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels de l'industrie automobile	159
6.3.1	Bilans massiques.....	159
6.3.2	Consommations	159
6.3.2.1	Matériaux	159
6.3.2.2	Eau.....	160
6.3.2.3	Énergie	161
6.3.3	Émissions.....	162
6.3.3.1	Émissions dans l'air.....	162
6.3.3.2	Émissions dans l'eau	165
6.3.3.3	Déchets.....	165
6.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des voitures 166	
6.4.1	Systèmes de revêtement.....	167
6.4.2	Matériaux traditionnels à base de solvants	168
6.4.3	Remplacement des matériaux à base de solvants.....	169
6.4.3.1	Systèmes de peinture à base d'eau	169
6.4.3.2	Revêtements en poudre	170
6.4.3.3	Revêtement en pâte de poudre.....	171
6.4.4	Techniques et équipements d'application de peinture	172
6.4.4.1	Application de peinture par immersion	172
6.4.5	Cabines de pulvérisation.....	172
6.4.6	Réduction maximale de la consommation de matières premières	173
6.4.6.1	Récupération des solvants usagés.....	173
6.4.7	Techniques de séchage	173
6.4.8	Traitement des gaz résiduels.....	173
6.4.9	Traitement des eaux usées	173
7	RETEMENT DES FOURGONS, DES CAMIONS ET DES CABINES DE CAMIONS 175	
7.1	Généralités sur le revêtement des fourgons, des camions et des cabines de camions.....	175

7.2	Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des fourgons, des camions et des cabines de camions.....	175
7.2.1	Cabines de conduite et véhicules commerciaux légers.....	175
7.2.2	Revêtement de châssis de camion.....	176
7.2.3	Peinture des trains de roues.....	177
7.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement de fourgons, de camions et de cabines de camions.....	177
7.3.1	Bilans massiques.....	177
7.3.2	Consommations.....	177
7.3.2.1	Matériaux.....	177
7.3.2.2	Eau.....	178
7.3.2.3	Énergie.....	178
7.3.3	Émissions.....	179
7.3.3.1	Émissions dans l'air.....	179
7.3.3.2	Émissions dans l'eau.....	180
7.3.3.3	Déchets.....	180
7.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des fourgons, des camions et des cabines de camions.....	180
7.4.1	Matériaux traditionnels à base de solvants.....	181
7.4.2	Remplacement des matériaux à base de solvants (substitution).....	182
7.4.2.1	Systèmes de peinture à base d'eau.....	182
7.4.3	Techniques et équipements d'application de peinture.....	183
7.4.3.1	Électrodéposition.....	183
7.4.3.2	Pistolage haut volume, basse pression (HVBP).....	183
7.4.3.3	Procédés d'atomisation électrostatique.....	183
7.4.3.4	Cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement.....	183
7.4.3.5	Cabines de pulvérisation à séparation humide.....	184
7.4.4	Traitement des gaz résiduels.....	184
7.4.4.1	Oxydation.....	184
7.4.4.2	Adsorption sur charbon actif.....	184
7.4.5	Traitement des eaux usées.....	184
8	REVÊTEMENT DES BUS.....	185
8.1	Généralités sur le revêtement des bus.....	185
8.2	Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des bus.....	185
8.2.1	Prétraitement.....	185
8.2.2	Couche d'impression/revêtement par trempage.....	185
8.2.3	Protection du soubassement de carrosserie et étanchéité.....	185
8.2.4	Application de la couche primaire.....	185
8.2.5	Application de la couche de finition.....	186
8.2.6	Étanchéité des cavités.....	186
8.2.7	Systèmes alternatifs et techniques de réduction.....	186
8.2.8	Exemples d'installations de revêtement de bus.....	186
8.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des bus.....	188
8.3.1	Bilans massiques.....	188
8.3.2	Consommations.....	188
8.3.2.1	Matériaux.....	188
8.3.2.2	Eau.....	188
8.3.2.3	Énergie.....	189
8.3.3	Émissions.....	189
8.3.3.1	Émissions dans l'air.....	189
8.3.3.2	Émissions dans l'eau.....	189
8.3.3.3	Déchets.....	190
8.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des bus.....	190
8.4.1	Matériaux traditionnels à base de solvants.....	191
8.4.2	Remplacement des matériaux à base de solvants (substitution).....	191
8.4.2.1	Systèmes de peinture à base d'eau.....	191
8.4.2.2	Peintures à haut extrait sec.....	192
8.4.3	Techniques et équipements d'application de peinture.....	192
8.4.3.1	Électrodéposition.....	192
9	REVÊTEMENT DES TRAINS.....	194

9.1	Généralités sur le revêtement des trains.....	194
9.2	Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des trains.....	194
9.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des trains.....	196
9.3.1	Bilans massiques.....	196
9.3.2	Consommations	196
9.3.2.1	Matériaux	196
9.3.2.2	Eau.....	197
9.3.2.3	Énergie	197
9.3.3	Émissions.....	197
9.3.3.1	Émissions dans l'air.....	197
9.3.3.2	Émissions dans l'eau	197
9.3.3.3	Déchets.....	197
9.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des trains	198
9.4.1	Matériaux traditionnels à base de solvants	198
9.4.2	Remplacement des matériaux à base de solvants.....	199
9.4.2.1	Peintures à base d'eau	199
9.4.2.2	Peintures à haut extrait sec	199
9.4.2.3	Matériaux prélaqués en continu.....	200
9.4.3	Techniques et équipements d'application de peinture	200
9.4.3.1	Pistolage traditionnel à haute et à basse pression	200
9.4.3.2	Pistolage haut volume, basse pression (HVBP)	200
9.4.3.3	Pistolage sans air	200
9.4.3.4	Pistolage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement	200
9.4.3.5	Cabines de pulvérisation à séparation humide.....	201
9.4.4	Réduction maximale de la consommation de matières premières	201
9.4.5	Traitement des eaux usées	201
9.4.5.1	Ultrafiltration et nanofiltration	201
9.4.6	Traitement des gaz résiduels.....	201
9.4.6.1	Séparation de particules Venturi.....	201
9.4.6.2	Épurateur	201
9.4.6.3	Systèmes de filtre sec	201
9.4.6.4	Filtre électrostatique.....	201
9.4.6.5	Oxydation thermique.....	201
10	REVÊTEMENT DES MACHINES AGRICOLES ET DES ENGINS DE CHANTIER	202
10.1	Généralités sur le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier	202
10.2	Procédés et techniques utilisés dans le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier	202
10.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des machines agricoles et des engins de chantier.....	203
10.3.1	Bilans massiques.....	203
10.3.2	Consommations	203
10.3.2.1	Matériaux	203
10.3.2.2	Eau.....	203
10.3.2.3	Énergie	203
10.3.3	Émissions.....	203
10.3.3.1	Émissions dans l'air.....	203
10.3.3.2	Émissions dans l'eau	204
10.3.3.3	Déchets.....	204
10.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier	204
10.4.1	Matériaux traditionnels à base de solvants	204
10.4.2	Remplacement (substitution) et réduction des matériaux à base de solvants.....	205
10.4.2.1	Procédés de peinture à base d'eau	205
10.4.2.2	Revêtements en poudre.....	205
10.4.2.3	Matériaux prélaqués en continu.....	206
10.4.3	Techniques et équipements d'application de peinture	206
10.4.3.1	Trempage traditionnel	206
10.4.3.2	Électrodéposition.....	207
10.4.3.3	Pistolage haut volume, basse pression (HVBP)	207
10.4.4	Formation	208

10.4.5	Peinture par lots/regroupement de couleurs.....	208
10.4.6	Traitement des gaz résiduels.....	208
10.4.7	Traitement des eaux usées	208
11	REVÊTEMENT DES BATEAUX ET DES YACHTS	209
11.1	Généralités sur le revêtement des bateaux et des yachts.....	209
11.2	Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des bateaux et des yachts	209
11.2.1	Nouvelle construction.....	210
11.2.2	Réparation et maintenance des bateaux	210
11.2.3	Revêtement des bateaux	210
11.2.4	Réparation et maintenance du revêtement des yachts.....	212
11.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des bateaux et des yachts	213
11.3.1	Bilans massiques.....	213
11.3.2	Consommations	213
11.3.2.1	Matériaux	213
11.3.2.2	Eau.....	213
11.3.2.3	Énergie	213
11.3.3	Émissions.....	214
11.3.3.1	Émissions dans l'air.....	214
11.3.3.2	Émissions dans l'eau	214
11.3.3.3	Déchets.....	215
11.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des bateaux et des yachts	215
11.4.1	Systèmes de gestion – discipline appliquée en cale sèche	216
11.4.2	Techniques d'encoffrement	217
11.4.2.1	Zones ouvertes.....	217
11.4.2.2	Zones partiellement fermées, brise-vent, rideaux de projection, etc.	217
11.4.2.3	Zones complètement fermées	218
11.4.3	Préparation de la surface.....	218
11.4.3.1	Décapage à sec – système ouvert	219
11.4.3.2	Décapage à sec – système fermé, projection de particules sous vide ou par jet	219
11.4.3.3	Travail au jet ou projection d'eau douce sous pression élevée.....	220
11.4.3.4	Décapage par projection de particules en suspension ou sablage humide	220
11.4.3.5	Autres traitements de surface	221
11.4.4	Produits de revêtement	221
11.4.4.1	Matériaux de revêtement traditionnels à base de solvants.....	221
11.4.4.2	Remplacement des matériaux à base de solvants (substitution)	222
11.4.5	Protection anticorrosion supplémentaire – protection cathodique	224
11.4.6	Techniques et équipements d'application de peinture	224
11.4.6.1	Pistolage sans air	224
11.4.6.2	Pistolage à chaud.....	224
11.4.6.3	Extraction intégrée de l'air au point d'application	225
11.4.7	Alternatives aux peintures antisalissures à base de biocides	225
11.4.7.1	Revêtements antisalissures à base de silicones.....	225
11.4.7.2	Méthodes mécaniques	226
11.4.7.3	Procédés électrochimiques	226
11.4.8	Traitement des gaz résiduels.....	227
11.4.9	Traitement des eaux usées	228
11.4.10	Gestion des déchets.....	228
12	REVÊTEMENT DES AVIONS.....	230
12.1	Généralités sur le revêtement des avions	230
12.2	Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des avions	230
12.2.1	Construction.....	230
12.2.1.1	Peinture des composants.....	230
12.2.1.2	Peinture des surfaces externes	230
12.2.1.3	Protection anticorrosion temporaire	231
12.2.2	Maintenance.....	231
12.2.2.1	Enlèvement de la peinture	231
12.2.2.2	Nettoyage	232
12.2.2.3	Prétraitement	232
12.2.2.4	Couche primaire	232
12.2.2.5	Couche de finition	232

12.2.2.6	Couche transparente	232
12.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des avions	232
12.3.1	Construction.....	232
12.3.1.1	Consommation de matériaux	232
12.3.1.2	Consommation d'eau.....	233
12.3.1.3	Consommation d'énergie.....	233
12.3.1.4	Émissions dans l'air.....	233
12.3.1.5	Émissions dans l'eau	234
12.3.1.6	Déchets	234
12.3.2	Maintenance.....	234
12.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des avions 235	
12.4.1	Matériaux traditionnels à base de solvants	235
12.4.2	Remplacement des matériaux à base de solvants (substitution)	236
12.4.2.1	Peintures à haut extrait sec	236
12.4.3	Remplacement de la chromatation hexavalente (substitution).....	236
12.4.4	Techniques et équipements d'application de peinture	237
12.4.4.1	Pistolage assisté électrostatiquement.....	237
12.4.4.2	Cabines de pulvérisation à séparation humide.....	237
12.4.4.3	Peinture des composants – application dans un endroit fermé et application automatisée 237	
12.4.5	Traitement des gaz résiduels.....	237
12.4.5.1	Séparation de particules Venturi.....	237
12.4.5.2	Épurateur	237
12.4.5.3	Traitement des gaz résiduels émanant de la peinture du fuselage	237
13	REVETEMENT D'AUTRES SURFACES EN MÉTAL.....	239
13.1	Généralités sur le revêtement d'autres surfaces en métal	239
13.2	Procédés et techniques appliqués.....	239
13.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels	239
13.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la peinture en série d'autres surfaces en métal	240
13.4.1	Nouveaux systèmes de revêtement multiple pour la peinture des jantes/des roues en aluminium.....	240
14	INDUSTRIES DE PRÉLAQUAGE EN CONTINU	243
14.1	Généralités sur le prélaquage en continu	243
14.1.1	Taille de l'industrie du prélaquage en continu.....	243
14.2	Procédés et techniques appliqués pour le prélaquage en continu.....	244
14.2.1	Description d'un procédé type de chaîne de prélaquage en continu	245
14.2.1.1	Entrée	245
14.2.1.2	Planeuse.....	245
14.2.1.3	Accumulateur	245
14.2.1.4	Section de nettoyage.....	246
14.2.1.5	Revêtement de conversion (prétraitement).....	246
14.2.1.6	Application de la couche primaire.....	246
14.2.1.7	Application de la couche de finition.....	246
14.2.1.8	Gaufreur/poste de laminage.....	247
14.2.1.9	Systèmes de refroidissement	247
14.2.1.10	Sortie	247
14.2.2	Types de revêtement	247
14.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels du prélaquage en continu	249
14.3.1	Bilans massiques.....	249
14.3.2	Consommations	249
14.3.2.1	Matériaux	249
14.3.2.2	Eau.....	252
14.3.2.3	Énergie	253
14.3.3	Émissions.....	253
14.3.3.1	Émissions dans l'air.....	253
14.3.3.2	Émissions dans l'eau	255
14.3.3.3	Déchets.....	255
14.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le prélaquage en continu 256	

14.4.1	Gestion de l'eau	257
14.4.2	Revêtements traditionnels à base de solvants	257
14.4.3	Remplacement des revêtements à base de solvants (substitution)	258
14.4.3.1	Revêtements à haut extrait sec	258
14.4.3.2	Revêtements à base d'eau	258
14.4.3.3	Revêtements en poudre	259
14.4.3.4	Revêtements par film laminé	260
14.4.4	Techniques d'application de revêtement et équipements	260
14.4.4.1	Application au rouleau	260
14.4.4.2	Nettoyage des équipements d'application	261
14.4.5	Revêtements de conversion	262
14.4.5.1	Revêtements de conversion contenant du chrome	262
14.4.5.2	Revêtements de conversion sans chrome	262
14.4.6	Application des revêtements de conversion	262
14.4.6.1	Application par « pulvérisation, raclette et rinçage »	262
14.4.6.2	Application « sans rinçage » ou « séchage sur place »	263
14.4.7	Séchage	263
14.4.7.1	Séchage ou durcissement par convection	263
14.4.7.2	Procédés de durcissement par rayonnement	263
14.4.8	Traitement des gaz résiduels	264
14.4.8.1	Extraction de l'air émanant de la station de revêtements de conversion	264
14.4.8.2	Joints d'étanchéité à l'air à l'entrée et à la sortie des fours/sécheurs	264
14.4.8.3	Pression négative pour le séchage	264
14.4.8.4	Extraction de l'air émanant de la préparation des revêtements	264
14.4.8.5	Extraction de l'air émanant de la station d'application de peinture	265
14.4.8.6	Extraction de l'air émanant du four/sécheur	265
14.4.8.7	Extraction de l'air émanant de la zone de refroidissement	265
14.4.8.8	Oxydation thermique récupérative	266
14.4.8.9	Oxydation thermique régénérative – lit double	266
14.4.9	Traitement des eaux usées	266
14.4.9.1	Traitement de l'eau de rinçage avant déversement	266
14.4.9.2	Traitement des eaux usées contenant du chromate	267
14.4.9.3	Précipitation de l'hydroxyde	267
15	REVÊTEMENT ET IMPRESSION DES EMBALLAGES MÉTALLIQUES	269
15.1	Généralités	269
15.2	Procédés et techniques appliqués pour le revêtement et l'impression des emballages métalliques	270
15.2.1	Fabrication d'emballages deux pièces (EE)	270
15.2.2	Revêtement et impression de tôles plates	272
15.2.3	Fabrication d'emballages trois pièces	274
15.2.4	Fabrication des fonds, des couvercles et des systèmes de fermeture	275
15.2.5	Fabrication de tubes en aluminium filé	276
15.2.6	Fabrication de fûts	278
15.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement et de l'impression des emballages métalliques	279
15.3.1	Bilans massiques	279
15.3.2	Données sur les consommations et les émissions	279
15.3.3	Consommations	281
15.3.3.1	Matériaux	281
15.3.3.2	Eau	283
15.3.3.3	Énergie	283
15.3.4	Émissions	284
15.3.4.1	Émissions dans l'air	284
15.3.4.2	Émissions dans l'eau	285
15.3.4.3	Déchets	286
15.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement et l'impression d'emballages métalliques	286
15.4.1	Systèmes traditionnels de revêtement et d'encres à base de solvants	287
15.4.1.1	Encres à base de solvants dans la fabrication des emballages EE deux pièces	288
15.4.2	Remplacement des revêtements et des encres contenant des solvants (substitution)	288
15.4.2.1	Systèmes traditionnels de revêtement et d'encres à base de solvants/d'eau	288

15.4.2.2	Systèmes de revêtement et composés à base d'eau dans la fabrication des emballages métalliques basée sur la technique du margeage	289
15.4.2.3	Revêtement de margeage.....	290
15.4.2.4	Bande latérale liquide.....	290
15.4.2.5	Pulvérisation de réparation.....	291
15.4.2.6	Revêtement de bande latérale par pulvérisation de poudre	291
15.4.2.7	Matériaux prélaqués en continu.....	292
15.4.2.8	Bobines prélaquées.....	292
15.4.2.9	Composés UV (vernis et encres).....	292
15.4.3	Application de revêtements et d'encre.....	293
15.4.3.1	Rouleaux pour la fabrication de canettes EE deux pièces	293
15.4.3.2	Rouleaux pour la technique du margeage.....	293
15.4.3.3	Rouleaux pour la fabrication de tubes en aluminium filé	294
15.4.3.4	Pulvérisation à air comprimé.....	294
15.4.3.5	Pistolage sans air	295
15.4.3.6	Pulvérisation électrostatique.....	295
15.4.3.7	Pulvérisation de poudre	295
15.4.3.8	Application au rideau	296
15.4.3.9	Durcissement par rayonnement	296
15.4.4	Impression	297
15.4.4.1	Lithographie (offset humide) pour la technique du margeage.....	297
15.4.4.2	Lithographie sans eau	297
15.4.4.3	Lithographie offset sans eau pour la fabrication de tubes en aluminium filé	298
15.4.5	Traitement des gaz résiduels.....	298
15.4.5.1	Systèmes de filtre sec	298
15.4.5.2	Filtre électrostatique.....	298
15.4.5.3	Oxydation thermique.....	298
15.4.5.4	Oxydation catalytique.....	299
15.4.5.5	Adsorption sur charbon actif	299
15.4.5.6	Traitement biologique	299
15.4.6	Traitement des eaux usées	299
15.4.6.1	Floculation/sédimentation	299
15.4.6.2	Ultrafiltration et nanofiltration	299
16	REVÊTEMENT DES PIÈCES À TRAITER EN PLASTIQUE	300
16.1	Généralités sur le revêtement des pièces à traiter en plastique	300
16.2	Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des pièces à traiter en plastique	300
16.2.1	Revêtement des pare-chocs.....	301
16.2.2	Revêtement des enjoliveurs	303
16.2.3	Revêtement des volants	304
16.2.4	Revêtement des réflecteurs	304
16.2.5	Revêtement pour la production de boîtiers de télévisions, de chaînes hi-fi et d'ordinateurs	304
16.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des pièces à traiter en plastique	304
16.3.1	Bilans massiques.....	304
16.3.2	Consommations	305
16.3.2.1	Matériaux	305
16.3.2.2	Eau.....	307
16.3.2.3	Énergie	307
16.3.3	Émissions.....	307
16.3.3.1	Émissions dans l'air.....	307
16.3.3.2	Émissions dans l'eau	308
16.3.3.3	Déchets	308
16.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la peinture en série des pièces à traiter en plastique	308
16.4.1	Réduction maximale de la consommation de matières premières	309
16.4.1.1	Peinture par lots/regroupement de couleurs	310
16.4.1.2	Systèmes de nettoyage par piston racleur.....	310
16.4.1.3	Augmentation du nombre de cloches à rotation rapide	310
16.4.2	Gestion de l'eau	310
16.4.3	Matériaux traditionnels à base de solvants	311
16.4.4	Remplacement des matériaux à base de solvants (substitution)	311

16.4.4.1	Peintures à base d'eau	311
16.4.4.2	Revêtement en poudre – séchage traditionnel	312
16.4.4.3	Peintures à durcissement par rayonnement	312
16.4.4.4	Revêtement à une couche après fluoration	313
16.4.5	Techniques et équipements d'application de peinture	313
16.4.5.1	Peinture en moule	313
16.4.5.2	Pistolage traditionnel à haute et à basse pression	314
16.4.5.3	Pistolage haut volume, basse pression (HVBP)	314
16.4.5.4	Cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement	314
16.4.5.5	Pistolage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement	315
16.4.5.6	Application de revêtements en poudre – pistolage assisté électrostatiquement	315
16.4.6	Séchage	316
16.4.6.1	Séchage par convection	316
16.4.6.2	Durcissement par rayonnement ultraviolet (UV)	316
16.4.6.3	Durcissement par faisceau d'électrons	316
16.4.6.4	Utilisation de sècheurs à condensation	317
16.4.7	Traitement des gaz résiduels	317
16.4.7.1	Filtre électrostatique	317
16.4.7.2	Séparation de particules Venturi	317
16.4.7.3	Épurateur	317
16.4.7.4	Traitement des gaz résiduels émanant des cabines de peinture	318
16.4.7.5	Concentration et recirculation des gaz résiduels émanant des cabines de peinture	318
16.4.7.6	Oxydation thermique	319
16.4.7.7	Traitement biologique	319
16.4.8	Traitement des eaux usées	319
16.4.8.1	Ultrafiltration et nanofiltration	319
17	REVÊTEMENT DES MEUBLES ET DES MATÉRIAUX EN BOIS.....	320
17.1	Généralités sur le revêtement des meubles et des matériaux en bois	320
17.2	Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des meubles et des matériaux en bois	320
17.2.1	Prétraitement de la surface du bois	321
17.2.2	Application d'une couche de fond	322
17.2.3	Application de la couche de finition	322
17.2.4	Application de la peinture	325
17.2.5	Pré-séchage et séchage/durcissement	325
17.2.6	Exemples de certains procédés de revêtement	326
17.2.7	Finition avec des substances de revêtement solides	327
17.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des meubles et des matériaux en bois	328
17.3.1	Bilans massiques	328
17.3.2	Consommations	328
17.3.2.1	Matériaux	328
17.3.2.2	Eau	330
17.3.2.3	Énergie	330
17.3.3	Émissions	330
17.3.3.1	Émissions dans l'air	330
17.3.3.2	Émissions dans l'eau	330
17.3.3.3	Déchets	330
17.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la peinture des meubles et des matériaux en bois	331
17.4.1	Réduction maximale de la consommation de matières premières	332
17.4.1.1	Peinture par lots/regroupement de couleurs	332
17.4.1.2	Systèmes de nettoyage par piston racleur	332
17.4.1.3	Système de mélange en ligne des produits à 2 composants	332
17.4.2	Matériaux traditionnels à base de solvants	332
17.4.3	Remplacement des matériaux à base de solvants (substitution)	333
17.4.3.1	Revêtements à base d'eau	333
17.4.3.2	Revêtement en poudre – séchage traditionnel	334
17.4.3.3	Peintures à durcissement par rayonnement UV	334
17.4.4	Techniques et équipements d'application de peinture	335
17.4.4.1	Application au rouleau et par remplissage à l'aide de vernisseuses-enduiseuses	335
17.4.4.2	Application au rideau (coulée)	336

17.4.4.3	Trempage traditionnel	336
17.4.4.4	Noyage	337
17.4.4.5	Revêtement sous vide	337
17.4.4.6	Pistolage traditionnel à haute et à basse pression	338
17.4.4.7	Pistolage haut volume, basse pression (HVBP)	338
17.4.4.8	Pistolage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement	338
17.4.4.9	Application de revêtements en poudre – pistolage assisté électrostatiquement	339
17.4.5	Cabines de pulvérisation	339
17.4.5.1	Cabine à séparation humide	339
17.4.5.2	Cabine de pulvérisation avec recyclage par condensation de la surpulvérisation	340
17.4.6	Séchage	340
17.4.6.1	Séchage par convection	340
17.4.6.2	Sécheur à micro-ondes	340
17.4.6.3	Sécheurs à haute fréquence	341
17.4.6.4	Durcissement par rayonnement infrarouge	341
17.4.6.5	Durcissement par rayonnement proche infrarouge (PIR)	341
17.4.6.6	Durcissement par rayonnement ultraviolet (UV)	341
17.4.6.7	Durcissement par faisceau d'électrons	341
17.4.6.8	Séchage par convection/rayonnement combiné (réacteur thermique)	341
17.4.7	Traitement des gaz résiduels	342
17.4.7.1	Systèmes de filtre sec	342
17.4.7.2	Filtre électrostatique	342
17.4.7.3	Séparation de particules Venturi	342
17.4.7.4	Épurateur	342
17.4.7.5	Traitement biologique	342
17.4.7.6	Oxydation thermique	342
17.4.7.7	Oxydation par UV	342
17.4.8	Traitement des eaux usées	343
17.4.8.1	Traitement des eaux usées dans les cabines de pulvérisation de peinture à séparation humide	343
17.4.8.2	Ultrafiltration et nanofiltration	343
17.4.9	Traitement des gaz résiduels	343
17.4.9.1	Récupération des solvants usagés par distillation	343
18	PRÉSERVATION DU BOIS	344
18.1	Généralités sur la préservation du bois	344
18.2	Procédés et techniques appliqués pour la préservation du bois	344
18.3	Consommations et niveaux d'émissions actuels de la préservation du bois	345
18.3.1	Bilans massiques	345
18.3.2	Consommations	345
18.3.2.1	Matériaux	345
18.3.2.2	Eau	345
18.3.2.3	Énergie	345
18.3.3	Émissions	345
18.3.3.1	Émissions dans l'air	345
18.3.3.2	Émissions dans l'eau, le sol et les eaux souterraines	346
18.3.3.3	Déchets	347
18.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la préservation du bois	347
18.4.1	Agents de préservation traditionnels à base de solvants	348
18.4.2	Remplacement des agents de préservation traditionnels à base de solvants (substitution)	348
18.4.2.1	Créosote	348
18.4.2.2	Systèmes de pesticides concentrés	348
18.4.2.3	Agents de préservation à base d'eau	349
18.4.3	Systèmes d'application	349
18.4.3.1	Application sous vide	349
18.4.4	Traitement des gaz résiduels	350
19	FABRICATION DES MIROIRS	352
19.1	Généralités sur la fabrication des miroirs	352
19.2	Procédés et techniques appliqués pour la fabrication des miroirs	352
19.2.1	Panneau de verre entrant	353
19.2.2	Préparation de la surface du verre	353

19.2.3	Argenture.....	353
19.2.4	Couche de peinture.....	353
19.2.5	Séchage.....	354
19.2.6	Sortie du produit fini.....	354
19.3	Consommation et niveaux d'émissions actuels de la fabrication de miroirs	354
19.3.1	Bilans massiques.....	354
19.3.2	Consommations	354
19.3.2.1	Matériaux	354
19.3.2.2	Eau.....	354
19.3.2.3	Énergie	354
19.3.3	Émissions.....	354
19.3.3.1	Émissions dans l'air.....	354
19.3.3.2	Émissions dans l'eau	355
19.3.3.3	Déchets	355
19.4	Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la fabrication des miroirs	355
19.4.1	Techniques générales pour la fabrication de miroirs	355
19.4.2	Remplacement des peintures traditionnelles à base de solvants (substitution).....	356
19.4.2.1	Peintures à haut extrait sec	356
19.4.3	Techniques et équipements d'application de peinture	356
19.4.3.1	Application au rideau	356
19.4.4	Séchage.....	357
19.4.5	Traitement des gaz résiduels.....	357
20	TECHNIQUES À PRENDRE EN CONSIDÉRATION POUR DÉTERMINER LES MTD APPLICABLES À TOUTES LES INDUSTRIES.....	358
20.1	Techniques de management environnemental	359
20.1.1	Outils de management environnemental.....	359
20.1.2	Amélioration environnementale continue et effets croisés	365
20.1.3	Analyse comparative des consommations et des émissions et actions consécutives	366
20.1.4	Rentabilité environnementale et estimation des effets croisés.....	367
20.2	Conception, construction et exploitation des installations (y compris leur bon entretien).	369
20.2.1	Prévention de la pollution lors de rejets imprévus.....	369
20.2.2	Stockage et manipulation des produits chimiques, des matières dangereuses et des déchets	370
20.2.2.1	Manipulation et utilisation de solvants dans les zones de production	371
20.2.3	Automatisation des équipements	372
20.2.4	Formation	373
20.2.5	Optimisation des procédés/équipements.....	374
20.2.6	Maintenance.....	375
20.3	Surveillance	375
20.3.1	Bilans massiques des solvants	376
20.3.2	Mesure directe des solvants et émissions dans l'air.....	379
20.3.3	Eau.....	380
20.3.3.1	Mesures contre les atmosphères dangereuses dans les égouts.....	380
20.3.3.2	Surveillance de la DBO, de la DCO et de la biodégradabilité.....	381
20.3.3.3	Surveillance et contrôle de la toxicité aquatique	382
20.4	Gestion de l'eau	383
20.4.1	Réutilisation/recyclage des eaux de rinçage	383
20.4.1.1	Régénération par échange d'ions.....	383
20.4.1.2	Réutilisation de l'eau dans l'installation.....	383
20.4.1.3	Rinçage en cascade.....	384
20.4.1.4	Contrôle de l'utilisation de l'eau	385
20.5	Gestion de l'énergie.....	386
20.5.1	Optimisation de l'alimentation électrique.....	387
20.5.2	Optimisation de la demande d'électricité	388
20.5.3	Équipements éco-énergétiques	388
20.6	Gestion des matières premières	389
20.6.1	Gestion juste-à-temps	389
20.6.2	Assurance qualité des peintures et des solvants.....	389
20.6.3	Réduction maximale de la consommation de matières premières	390
20.6.3.1	Systèmes de mélange avancés	390
20.6.3.2	Réutilisation des retours de peinture ou d'encre.....	391

20.6.3.3	Réutilisation de revêtements ou d'encre récupérés	392
20.6.3.4	Pompage direct de la peinture ou de l'encre depuis le stock	393
20.6.3.5	Pompage direct des solvants depuis le stock	393
20.6.3.6	Peinture par lots/regroupement de couleurs	394
20.6.3.7	Systèmes de nettoyage par piston racleur	395
20.7	Procédés et équipements de revêtement	395
20.7.1	Prétraitements avant l'application de peinture	395
20.7.1.1	Dégraissage à base de solvants	395
20.7.1.2	Prétraitements à base d'eau	396
20.7.2	Systèmes de peinture	399
20.7.2.1	Peintures traditionnelles à base de solvants	399
20.7.2.2	Peintures à haut extrait sec à base de solvants	400
20.7.2.3	Peintures à base d'eau	400
20.7.2.4	Revêtements à base d'eau avec pré-séchage réduit	403
20.7.2.5	Peintures à durcissement par rayonnement	403
20.7.2.6	Revêtements en poudre – durcissement traditionnel	404
20.7.2.7	Pâtes de poudre	407
20.7.2.8	Matériaux pré-enduits	407
20.7.2.9	Peintures contenant des métaux toxiques	408
20.7.3	Techniques et équipements d'application de peinture	408
20.7.3.1	Revêtement au rouleau	409
20.7.3.2	Application au rideau (coulée)	410
20.7.3.3	Trempage traditionnel	410
20.7.3.4	Électrodéposition	411
20.7.3.5	Noyage	413
20.7.3.6	Revêtement sous vide	413
20.7.3.7	Peinture en moule	414
20.7.3.8	Pistolage traditionnel à haute et à basse pression	414
20.7.3.9	Pistolage haut volume, basse pression (HVBP) (pistolets de pulvérisation à haut rendement)	415
20.7.3.10	Pistolage à chaud	416
20.7.3.11	Pistolage sans air	417
20.7.3.12	Pistolage sans air assisté par air	418
20.7.3.13	Atomisation du CO ₂ – système Unicarb	418
20.7.3.14	Procédés d'atomisation électrostatique	419
20.7.3.15	Cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement	420
20.7.3.16	Disques à rotation rapide assistés électrostatiquement	420
20.7.3.17	Pistolage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement	421
20.7.3.18	Application de revêtements en poudre – pistolage assisté électrostatiquement	422
20.7.3.19	Application de revêtements en poudre – sintérisation en lit fluide	422
20.7.4	Techniques de gestion de la surpulvérisation	423
20.7.4.1	Cabines de pulvérisation à séparation humide	423
20.7.4.2	Cabines de pulvérisation avec recyclage par condensation de la surpulvérisation	424
20.7.4.3	Techniques d'émulsion à l'eau	425
20.7.4.4	Cabines de pulvérisation à plaque froide	425
20.7.5	Techniques de traitement de l'eau pour réduire les quantités d'eaux usées et de déchets et pour le traitement des eaux usées	425
20.7.5.1	Rinçage multiple (en cascade)	426
20.7.5.2	Utilisation d'échangeurs d'ions	426
20.7.5.3	Filtration sur membrane	427
20.7.5.4	Élimination des boues du bain	427
20.7.5.5	Procédé de filtration de la solution	428
20.7.5.6	Déversement continu des résidus de peinture	428
20.7.5.7	Systèmes de décantation	429
20.7.5.8	Coagulation des matières sèches des peintures dans des nettoyeurs humides	429
20.8	Séchage et/ou durcissement	429
20.8.1	Procédés d'évaporation	430
20.8.1.1	Séchage traditionnel par convection	430
20.8.1.2	Séchage par convection sous atmosphère inerte	431
20.8.1.3	Séchage par induction	431
20.8.1.4	Séchage par rayonnement (micro-ondes et HF)	432
20.8.2	Procédés de durcissement par rayonnement	433
20.8.2.1	Durcissement par rayonnement infrarouge	433

20.8.2.2	Durcissement par rayonnement proche infrarouge (PIR)	434
20.8.2.3	Durcissement par rayonnement ultraviolet (UV).....	435
20.8.2.4	Durcissement par faisceau d'électrons (FE).....	436
20.8.3	Réacteur thermique (séchage combiné par convection/par rayonnement).....	437
20.9	Techniques de nettoyage.....	438
20.9.1	Principes généraux concernant le nettoyage.....	438
20.9.2	Réduction maximale du nettoyage.....	440
20.9.3	Préparation avant le nettoyage aux solvants ou d'autres types de nettoyage.....	440
20.9.4	Nettoyage avec des solvants traditionnels.....	441
20.9.5	Nettoyage avec des solvants à vitesse d'évaporation plus lente	441
20.9.6	Nettoyage avec des solvants puissants.....	441
20.9.7	Nettoyage avec des solvants à plus faible potentiel de formation d'ozone.....	441
20.9.8	Nettoyage aqueux	442
20.9.9	Nettoyage manuel	442
20.9.10	Machines de nettoyage utilisant des solvants	443
20.9.11	Nettoyage avec récupération de solvant	443
20.9.12	Nettoyage par pulvérisation d'eau sous haute pression	444
20.9.13	Nettoyage par ultrasons	444
20.9.14	Nettoyage à la neige carbonique (CO ₂)	445
20.10	Substitution : utilisation de substances moins nocives – principes généraux	445
20.10.1	Remplacement des agents de nettoyage (substitution)	448
20.10.1.1	Agents de nettoyage à point d'éclair > 40 °C	449
20.10.1.2	Agents de nettoyage à point d'éclair > 55 °C.....	449
20.10.1.3	Agents de nettoyage à point d'éclair > 100 °C.....	450
20.10.1.4	Agents nettoyants végétaux (ANV).....	451
20.10.1.5	Solvants puissants non volatils	452
20.10.1.6	Nettoyage aqueux	452
20.10.2	Utilisation de solvants à plus faible potentiel de formation d'ozone (PFO)	452
20.10.3	Remplacement des solvants halogénés.....	455
20.10.4	Remplacement des solvants et d'autres matériaux présentant des propriétés CMR (substitution).....	456
20.10.5	Agents de nettoyage aqueux	457
20.11	Traitement des gaz résiduels.....	457
20.11.1	Conception, optimisation et gestion des techniques d'extraction et de réduction.....	458
20.11.1.1	Sélection, conception et optimisation du système	458
20.11.1.2	Maintenance du système.....	462
20.11.1.3	Dérivation des pics d'émission (lissage des pics).....	463
20.11.1.4	Exploitation de la surcapacité – lissage des variations	464
20.11.1.5	Maintien de la concentration de solvant à traiter au moyen de commandes de fréquence variable	464
20.11.1.6	Systèmes de traitement des gaz résiduels dédiés/décentralisés pour chaque point source	465
20.11.1.7	Traitement central des gaz résiduels.....	466
20.11.2	Confinement et collecte des gaz résiduels	466
20.11.2.1	Encapsulage/encoffrement	467
20.11.2.2	Joints d'étanchéité à l'air à l'entrée et à la sortie des fours/sécheurs	467
20.11.2.3	Pression négative dans le séchage	467
20.11.2.4	Extraction d'air provenant des procédés de revêtement	468
20.11.2.5	Extraction d'air provenant des procédés de séchage	468
20.11.2.6	Extraction d'air provenant de la zone de refroidissement	469
20.11.2.7	Extraction d'air provenant des procédés de nettoyage	469
20.11.2.8	Extraction d'air provenant du stockage des matières premières et des déchets.....	470
20.11.3	Prétraitement, filtration et épuration.....	470
20.11.3.1	Augmentation de la concentration interne de solvant.....	470
20.11.3.2	Augmentation de la concentration externe de solvant.....	472
20.11.3.3	Augmentation de la concentration d'air externe au moyen d'un plénum	473
20.11.3.4	Filtration sur membrane	474
20.11.3.5	Séparation de particules Venturi.....	475
20.11.3.6	Systèmes de filtre sec	475
20.11.3.7	Filtre électrostatique (précipitateur)	476
20.11.3.8	Épurateur	477
20.11.4	Oxydation	478
20.11.4.1	Combustible d'appoint dans le chauffage du procédé	478

20.11.4.2	Oxydation thermique	478
20.11.4.3	Oxydation thermique récupérative	480
20.11.4.4	Oxydation thermique régénérative – lit double	481
20.11.4.5	Oxydation thermique régénérative – à trois lits ou distributeur d’air rotatif	483
20.11.4.6	Oxydation catalytique.....	484
20.11.4.7	Oxydation par UV	486
20.11.5	Condensation	487
20.11.5.1	Refroidissement direct.....	487
20.11.5.2	Refroidissement indirect.....	487
20.11.5.3	Réfrigération.....	488
20.11.5.4	Traitement cryogénique.....	489
20.11.5.5	Condensation au-dessus du point de congélation	489
20.11.6	Adsorption	490
20.11.6.1	Adsorption utilisant du charbon actif ou des zéolites	490
20.11.6.2	Surveillance continue de la performance de l’adsorbeur	493
20.11.7	Absorption vers un liquide.....	494
20.11.7.1	Absorption vers l’eau	494
20.11.7.2	Absorption vers l’huile et récupération	494
20.11.8	Traitement biologique.....	495
20.11.9	Techniques de réduction des NO _x	496
20.11.9.1	Réduction sélective non catalytique (RSNC)	496
20.11.9.2	Réduction sélective catalytique (RSC)	497
20.11.9.3	Épurateur d’eau	497
20.12	Traitement des eaux usées	498
20.12.1	Floculation	498
20.12.2	Séparation	499
20.12.3	Électrofloculation	499
20.12.4	Distillation sous vide	500
20.12.5	Traitement biologique.....	500
20.12.6	Ultrafiltration, nanofiltration et osmose inverse	501
20.13	Réduction maximale des déchets et traitement des déchets contenant des solvants	502
20.13.1	Récupération des solvants usagés issus des procédés	502
20.13.2	Traitement des solvants usagés pour réutilisation.....	503
20.13.2.1	Filtration	503
20.13.2.2	Distillation	504
20.13.3	Chiffons de nettoyage jetables	505
20.13.4	Chiffons de nettoyage réutilisables	505
20.13.5	Récupération des solvants usagés issus des chiffons	506
20.13.6	Conteneurs réutilisables	506
20.13.7	Traitement du charbon actif usagé.....	507
20.13.7.1	Récupération sur site du charbon actif usagé et d’autres adsorbants.....	507
20.13.7.2	Régénération/élimination des solvants hors site du charbon actif usagé et d’autres adsorbants	508
20.13.7.3	Incinération du charbon actif usagé et d’autres adsorbants	508
20.13.8	Boues provenant des eaux usées	509
20.13.8.1	Centrifugeuse.....	509
20.13.8.2	Filtre-presse	509
20.14	Réduction de la poussière	510
20.15	Réduction des odeurs.....	510
20.15.1	Ventilation des réservoirs durant les livraisons de matériaux à base de solvants	510
20.16	Réduction du bruit	510
21	MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES POUR LE TRAITEMENT DE SURFACE UTILISANT DES SOLVANTS ORGANIQUES.....	512
21.1	Meilleures techniques disponibles applicables à toutes les industries du secteur	516
21.2	Meilleures techniques disponibles pour l’impression	526
21.2.1	MTD pour l’impression offset à sécheur thermique	526
21.2.2	MTD pour la flexographie et l’héliogravure d’emballage (impression d’emballages souples)	528
21.2.3	MTD pour l’héliogravure d’édition	530
21.3	Meilleures techniques disponibles pour la fabrication des fils de bobinage	531
21.4	Meilleures techniques disponibles pour la fabrication des abrasifs	531
21.5	Meilleures techniques disponibles pour la fabrication des rubans adhésifs	532

21.6	Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des voitures	532
21.7	Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des fourgons, des camions et des cabines de camions.....	534
21.8	Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des bus	535
21.9	Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des trains	536
	Techniques spécifiques aux matériaux	536
21.10	Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier (MAEC).....	537
21.11	Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des bateaux et des yachts	538
21.12	Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des avions.....	539
21.13	Meilleures techniques disponibles pour le revêtement d'autres surfaces en métal.....	540
21.14	Meilleures techniques disponibles pour le prélaquage en continu	540
21.15	Meilleures techniques disponibles pour le revêtement et l'impression d'emballages métalliques.....	542
21.16	Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des pièces à traiter en plastique....	543
21.17	Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des meubles et du bois	544
21.18	Meilleures techniques disponibles pour la préservation du bois.....	545
21.19	Meilleures techniques disponibles pour la fabrication des miroirs.....	546
22	TECHNIQUES ÉMERGEANTES DE TRAITEMENT DE SURFACE UTILISANT DES SOLVANTS	547
22.1	Impression/revêtement.....	547
22.1.1	Flexographie UV	547
22.2	Fabrication de fils de bobinage.....	547
22.2.1	Cirage des fils fins	547
22.3	Fabrication des abrasifs	548
22.3.1	Procédés de séchage et de durcissement à grande vitesse.....	548
22.4	Fabrication de rubans adhésifs.....	548
22.5	Revêtements de voitures et de fourgons légers.....	548
22.5.1	Couche transparente améliorée à 1 et à 2 composants diluable à l'eau	548
22.5.2	Développements dans le domaine des revêtements en poudre	548
22.5.3	Concept de conversion à bas prix	549
22.5.4	Augmentation de l'utilisation de matériaux pré-enduits.....	549
22.5.5	Systèmes de peinture polyuréthane (PU).....	549
22.5.6	Réduction du nombre de couches de peinture	550
22.6	Revêtement des camions et des véhicules commerciaux.....	550
22.7	Revêtement des bus	550
22.8	Revêtement des trains.....	551
22.9	Revêtement des machines agricoles et des engins de chantier.....	551
22.10	Revêtement des bateaux et des yachts	551
22.10.1	Mélange d'air chaud électrostatique	551
22.10.2	Remplacement des peintures antisalissures basées sur des biocides (substitution)	551
22.10.2.1	Peintures avec des biocides naturels.....	551
22.10.2.2	Revêtements aux propriétés de surface spéciales pour la réduction de la salissure..	552
22.11	Revêtement des avions	552
22.12	Revêtement d'autres surfaces en métal.....	552
22.13	Industries de prélaquage en continu.....	552
22.14	Revêtement et impression d'emballages métalliques	552
22.14.1	Revêtements à faible teneur en solvants (peinture aqueuse).....	552
22.14.2	Procédés de durcissement par rayonnement	553
22.15	Revêtement en série de pièces à traiter en plastique	553
22.16	Revêtement des meubles et des matériaux en bois	553
22.16.1	Revêtements en poudre.....	553
22.16.2	Blanchiment par peroxyde ou infrarouge	554
22.16.2.1	Traitement plasma non thermique	554
22.17	Préservation du bois.....	555
22.18	Fabrication de miroirs.....	555
22.19	Traitement des gaz résiduels.....	555
22.19.1	Tubes d'adsorption en carbone chauffés électriquement.....	555
22.20	Traitement des eaux usées	556
22.20.1	Cabine de pulvérisation à séparation humide – avec des particules de SiO ₂	556
23	CONCLUSION	557

23.1	Historique des travaux	557
23.2	Sources d'informations et progression des travaux	557
23.3	Degré de consensus.....	558
23.4	Lacunes de connaissances et recommandations pour les futures recherches et la collecte d'informations	559
23.4.1	Questions générales	559
23.4.2	Questions spécifiques des industries.....	561
23.5	Révision de ce document	563
GLOSSAIRE		564
24	ANNEXES	573
24.1	Modèles d'estimation de la rentabilité.....	573
24.1.1	Modèle et documents de synthèse de l'EGTEI.....	573
24.1.2	Modèle d'évaluation des coûts environnementaux régionaux (MKM, MilieuKostenModel) .	575
24.2	Calcul des émissions de COV et unités utilisées	580
24.2.1	Respect de la Directive relative aux émissions de solvants	580
24.2.1.1	Valeurs limites d'émission (VLE) et émissions diffuses (Annexe II.A de la DES) .	580
24.2.1.2	Schéma de réduction des émissions (Annexe II.B de la DES)	580
24.2.2	Précision	582
24.2.3	Rendement d'application du revêtement	582
24.3	Mesure des émissions diffuses – méthode directe	583
24.3.1	Application au secteur de l'impression.....	588
24.4	Cas courants pour les bilans massiques	591
24.5	Détermination des émissions de COV provenant des ateliers de peinture de véhicules	595
24.5.1	Principes de base/vue d'ensemble	595
24.5.2	Explication.....	597
24.5.2.1	Surveillance des flux massiques des émissions de COV	597
24.5.2.2	Détermination du débit de surface.....	601
24.5.2.3	Échelle de temps de la représentation du bilan massique	602
24.6	Quelques valeurs limites de la Directive relative aux émissions de solvants	603
24.7	Calcul du PCOP effectif	604
24.8	Coûts sociaux marginaux du changement climatique.....	606
24.9	Efficacité d'élimination des techniques de traitement des gaz résiduels	607

Liste des figures

Figure 1.1 : Émissions de solvants organiques volatils non méthaniques provenant des procédés IPPC en 2001	3
Figure 2.1 : Vue d'ensemble des principaux procédés d'impression	9
Figure 2.2 : Presse flexographique huit couleurs avec un cylindre d'impression central (presse satellite)	16
Figure 2.3 : Schéma d'une presse offset feuille à feuille A4 couleur avec quatre unités d'impression à trois cylindres	19
Figure 2.4 : Presse d'héliogravure d'édition 4 + 4 couleurs	21
Figure 2.5 : Principe de l'impression au pochoir	22
Figure 2.6 : Bilan des émissions de COV de l'imprimerie virtuelle	29
Figure 2.7 : Niveaux spécifiques de consommation et d'émissions de COV dans un procédé à sécheur thermique virtuel	30
Figure 2.8 : Entrée spécifique de substances et sortie spécifique de déchets dans un procédé à sécheur thermique virtuel	31
Figure 2.9 : Consommation d'énergie spécifique dans un procédé à sécheur thermique virtuel	36
Figure 2.10 : Bilan des émissions de COV d'une imprimerie d'héliogravure d'édition virtuelle	59
Figure 3.1 : Procédé classique de fabrication de fils émaillés	99
Figure 4.1 : Présentation des différents types d'abrasifs [12, UBA Germany, 2002]	121
Figure 4.2 : Schéma de procédé des abrasifs enrobés	127
Figure 5.1 : Disposition schématique d'une chaîne de production de ruban adhésif	141
Figure 5.2 : Différents types d'unités d'application de l'adhésif	142
Figure 5.3 : Unité de contre-collage	142
Figure 5.4 : Production de déchets (2004)	144
Figure 5.5 : Consommation d'énergie (2004)	145
Figure 5.6 : Flux de solvant (2004)	145
Figure 5.7 : Bilan des émissions de COV dans l'installation de référence	146
Figure 6.1 : Schéma d'un procédé classique de peinture de la carrosserie d'un véhicule	154
Figure 6.2 : Plage des émissions de COV de 65 ateliers de peinture de voitures en Europe	164
Figure 7.1 : Émissions de COV émanant de plusieurs installations de montage de fourgons, de camions et de cabines de camions en Europe	180
Figure 8.1 : Émissions de COV émanant de plusieurs installations de montage de bus en Europe	189
Enlèvement de la peinture	234
Figure 13.1 : Comparaison de l'utilisation d'une couche transparente à base de solvants et de l'utilisation d'une couche transparente en poudre	242
Figure 14.1 : Disposition type d'une chaîne de prélaquage en continu	245
Figure 14.2 : Couches classiques d'un produit enduit d'acier	247
Figure 15.1 : Procédé de production des canettes de boissons	271
Figure 15.2 : Procédé de production des tôles métalliques plates	273
Figure 15.3 : Procédé de production des emballages à trois pièces	274
Figure 15.4 : Procédé de production des fonds, des couvercles et des systèmes de fermeture	276
Figure 15.5 : Procédé de production de tubes en aluminium filé	277
Figure 15.6 : Procédé de production des fûts	278
Figure 16.1 : Procédé de revêtement à base d'eau des pare-chocs	302
Figure 16.2 : Flux de production du revêtement des enjoliveurs avec un système de revêtement traditionnel	303
Figure 16.3 : Destinée des ressources en COV dans une installation de pare-chocs de voitures	308
Figure 18.1 : Organigramme d'une installation de préservation du bois classique faisant apparaître les consommations et les émissions	344
Figure 19.1 : Organigramme de la fabrication des miroirs	353
Figure 20.1 : Ensemble des ressources et productions de solvants (en utilisant les définitions de la DES)	377
Figure 20.2 : Schéma de traitement des eaux usées appliqué dans une cabine de pulvérisation à séparation humide	423
Figure 20.3 : Schéma d'une unité de phosphatation avec un échangeur d'ions	426
Figure 20.4 : Évaluation des substitutions potentielles au moyen du PCOP	454
Figure 20.5 : Aperçu de l'étendue des applications des technologies de réduction des COV disponibles	458
Figure 20.6 : Exemple de consommation de gaz en dessous du point autothermique pour l'emballage souple	460
Figure 20.7 : Chambre de plénum	474
Figure 24.1 : Aucune réduction au point de rejet et aucun recyclage interne	591
Figure 24.2 : Aucune réduction au point de rejet, mais avec une récupération et une réutilisation interne de solvant	592

Figure 24.3 : Avec un captage et une réutilisation du solvant (en interne et en externe)	593
Figure 24.4 : Réduction destructive au point de rejet.....	594
Figure 24.5 : Flux massiques de base en entrée/sortie des solvants dans un atelier de peinture	596

Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Nombre d'entreprises d'impression dans les pays européens	6
Tableau 2.2 : Nombre d'employés dans l'industrie européenne de l'impression	7
Tableau 2.3 : Chiffre d'affaires de l'industrie européenne de l'impression, toutes activités confondues	8
Tableau 2.4 : Différences entre les presses d'héliogravure d'édition et d'emballage	20
Tableau 2.5 : Données d'exploitation d'une imprimerie offset à sécheur thermique virtuelle.....	27
Tableau 2.6 : Conditions de production d'une imprimerie offset à sécheur thermique virtuelle.....	27
Tableau 2.7 : Entrées et sorties d'une imprimerie à sécheur thermique virtuelle	28
Tableau 2.8 : Analyse combinée des types de presse à sécheur thermique et des types de tâches	32
Tableau 2.9 : Données sur la consommation de solvants selon le type de presse à sécheur thermique et le type de tâche.....	32
Tableau 2.10 : Émissions de COV de l'imprimerie à sécheur thermique virtuelle	32
Tableau 2.11 : Formulation de base classique des encres d'impression offset sur rotative à sécheur thermique	33
Tableau 2.12 : Agents de nettoyage dans les procédés à sécheur thermique et offset en général	35
Tableau 2.13 : Consommation d'énergie dans l'imprimerie à sécheur thermique virtuelle (présentée au Tableau 2.7).....	36
Tableau 2.14 : Application des techniques d'incinération dans les imprimeries à sécheur thermique.....	39
Tableau 2.15 : Bilan massique d'une installation d'impression flexographique produisant dans les règles de l'art	42
Tableau 2.16 : Équipements et conditions de production des installations d'impression flexographique virtuelles.....	43
Tableau 2.17 : Bilan des émissions de COV et des déchets pour une installation d'impression flexographique virtuelle à base de solvants.....	44
Tableau 2.18 : Bilan des émissions de COV et des déchets pour une installation d'impression flexographique virtuelle à procédé mixte	44
Tableau 2.19 : Solvants couramment utilisés dans les procédés d'impression d'emballage à base de solvants.....	45
Tableau 2.20 : Solvants couramment utilisés dans les procédés d'impression d'emballage à base d'eau	45
Tableau 2.21 : Utilisation spécifique des COV dans les procédés d'impression d'emballage.....	46
Tableau 2.22 : Formulation de base moyenne des encres d'impression flexographique à base de solvants	47
Tableau 2.23 : Encre flexo classique pour impression sur papier disponible dans le commerce	47
Tableau 2.24 : Encre flexo classique à base d'hydrocarbures sans solvants pour impression sur papier disponible dans le commerce	47
Tableau 2.25 : Formulation classique d'une encre héliographique disponible dans le commerce	48
Tableau 2.26 : Formulation de base moyenne des encres héliographiques à base d'eau.....	48
Tableau 2.27 : Formulation classique d'une encre héliographique à base d'eau pour papier couché disponible dans le commerce	49
Tableau 2.28 : Formulation classique d'une encre flexo à base d'eau pour papier et carton disponible dans le commerce	49
Tableau 2.29 : Vernis à base d'eau classique pour les cartons dans l'impression par héliogravure.....	49
Tableau 2.30 : Valeurs moyennes d'application de l'encre.....	50
Tableau 2.31 : Bilan énergétique de l'installation d'impression flexographique virtuelle à base de solvants	51
Tableau 2.32 : Bilan énergétique de l'installation d'impression flexographique virtuelle à procédé mixte	51
Tableau 2.33 : Réduction des émissions diffuses provenant de l'impression d'emballages souples	54
Tableau 2.34 : Caractéristiques des eaux usées provenant des procédés d'encre à base d'eau	57
Tableau 2.35 : Bilan massique d'une imprimerie d'héliogravure d'édition produisant dans les règles de l'art.....	58
Tableau 2.36 : COV dans l'héliogravure d'édition	60
Tableau 2.37 : Consommation spécifique de toluène de deux imprimeries dans les Flandres, en Belgique	60
Tableau 2.38 : Bilans de toluène de deux imprimeries d'héliogravure	60
Tableau 2.39 : Formulation de base moyenne des encres d'héliogravure d'édition disponibles dans le commerce.....	61
Tableau 2.40 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	65
Tableau 2.41 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	77
Tableau 2.42 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	88
Tableau 3.1 : Chiffres de la production de fils émaillés et de l'utilisation corrélée de solvants organiques de 1970 à 2000 en Europe	97

Tableau 3.2 : Classification des types de fils de bobinage	97
Tableau 3.3 : Bilan massique d'une installation produisant des fils de bobinage de taille moyenne	101
Tableau 3.4 : Bilan massique d'une installation produisant des fils de bobinage fins	102
Tableau 3.5 : Principaux produits de fils de bobinage et systèmes de revêtement appliqués.....	103
Tableau 3.6 : Exemples de relevés des émissions dans l'air	104
Tableau 3.7 : Fils de bobinage - Autres exemples d'émissions de NO _x	106
Tableau 3.8 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	108
Tableau 4.1 : Production d'abrasifs en 1999 en Allemagne [12, UBA Germany, 2002]	120
Tableau 4.2 : Matériaux de support sélectionnés pour les abrasifs enrobés.....	122
Tableau 4.3 : Oxyde d'aluminium appliqué en tant que grain abrasif inerte (valeurs classiques)	124
Tableau 4.4 : Carbure de silicium appliqué en tant que grain abrasif (valeurs classiques)	124
Tableau 4.5 : Utilisation de solvants dans la fabrication attribuée aux produits	125
Tableau 4.6 : Composants des installations et différenciation	129
Tableau 4.7 : Bilan massique de la fabrication d'abrasifs dans l'installation 1.....	131
Tableau 4.8 : Bilan massique de l'installation d'imprégnation pour la fabrication d'abrasifs dans l'installation 2.....	132
Tableau 4.9 : Bilan massique de la fabrication d'abrasifs dans l'installation 3.....	133
Tableau 4.10 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	135
Tableau 5.1 : Applications des adhésifs à base de solvants sensibles à la pression pour les rubans adhésifs	139
Tableau 5.2 : Adhésifs sensibles à la pression pour la production de rubans adhésifs.....	140
Tableau 5.3 : Conditions de production d'une installation de fabrication de rubans adhésifs à base de solvants.....	144
Tableau 5.4 : Comparaison de référence des solvants utilisés, de l'énergie utilisée et des déchets produits	146
Tableau 5.5 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	147
Tableau 5.6 : Comparaison entre un procédé à base de caoutchouc naturel utilisant des solvants et un procédé à base de caoutchouc naturel sans solvants.....	150
Tableau 6.1 : Premiers constructeurs automobiles d'Europe	152
Tableau 6.2 : Consommation de peinture spécifique de plusieurs systèmes de peinture	160
Tableau 6.3 : Consommation classique d'énergie des ateliers de peinture de voitures.....	161
Tableau 6.4 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	167
Tableau 6.5 : Exemples de combinaisons de revêtements de voitures	168
Tableau 7.1 : Valeurs spécifiques de consommation de peintures pour le revêtement des nouvelles cabines de conduite	178
Tableau 7.2 : Aperçu général de la consommation de gaz pour la peinture des châssis, des cabines de conduite et des fourgons.....	178
Tableau 7.3 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	181
Tableau 8.1 : Consommations spécifiques de matériau pour les différentes couches	188
Tableau 8.2 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	190
Tableau 9.1 : Construction des couches des véhicules sur rails selon la réglementation de la Deutsche Bahn AG	195
Tableau 9.2 : Consommation de matériau par wagon traité	196
Tableau 9.3 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	198
Tableau 10.1 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	204
Tableau 10.2 : Consommation d'énergie et de solvants de deux installations, une ancienne et une récente	206
Tableau 11.1 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	216
Tableau 12.1 : Surfaces enduites d'un A320.....	233
Tableau 12.2 : Consommation de matériaux pour la peinture des surfaces externes des avions.....	233
Tableau 12.3 : Exemple de consommation de matériaux pour un B747 – 400 par Lufthansa Technik ...	234
Tableau 12.4 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	235
Tableau 13.1 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	240
Tableau 13.2 : Ressources/consommation de matériaux par roue en aluminium traitée.....	241
Tableau 13.3 : Émissions pour un million de roues/an.....	241
Tableau 14.1 : Nombre de chaînes de production et production annuelle d'acier et d'aluminium prélaqués dans certains pays européens.....	244
Tableau 14.2 : Statistiques sur le prélaquage en 2002.....	244
Tableau 14.3 : Paramètres de fonctionnement type d'une chaîne de prélaquage en continu organique...	245
Tableau 14.4 : Types de revêtements organiques utilisés dans l'industrie du prélaquage en continu	249
Tableau 14.5 : Utilisation de revêtements organiques en 1993 et en 2002	249
Tableau 14.6 : Ressources du procédé de prélaquage en continu, leurs utilisations et leur destination classique au point de rejet	250

Tableau 14.7 : Solvants les plus fréquemment utilisés dans le revêtement organique	251
Tableau 14.8 : Consommation de peinture classique dans le prélaquage en continu	251
Tableau 14.9 : Produits chimiques ne contenant pas de solvants	252
Tableau 14.10 : Utilisation d'électricité pour les substrats en aluminium et en acier	253
Tableau 14.11 : Consommation de combustibles fossiles pour les substrats en aluminium et en acier	253
Tableau 14.12 : Émissions dans l'air classiques émanant des procédés de prélaquage en continu (toutes ces sources sont ponctuelles)	254
Tableau 14.13 : Émissions spécifiques de COV pour plusieurs systèmes de revêtement	254
Tableau 14.14 : Déchets classiques générés par un procédé de chaîne de prélaquage en continu	256
Tableau 14.15 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur	257
Tableau 15.1 : Aperçu général des techniques de fabrication des emballages métalliques	269
Tableau 15.2 : Techniques utilisées pour le revêtement et l'impression d'emballages métalliques	270
Tableau 15.3 : Données sur le revêtement et l'impression des canettes de boissons	279
Tableau 15.4 : Données sur le revêtement et l'impression de tôles plates	280
Tableau 15.5 : Données sur le revêtement et l'impression des emballages trois pièces	280
Tableau 15.6 : Données sur le revêtement et l'impression de capsules	280
Tableau 15.7 : Bilan massique pour le revêtement et l'impression de fûts	280
Tableau 15.8 : Consommation de matériaux dans une installation	281
Tableau 15.9 : Consommation de matières premières pour le revêtement et l'impression des tôles plates	282
Tableau 15.10 : Consommation de matières premières pour le revêtement et l'impression des canettes à trois pièces	283
Tableau 15.11 : Consommation de matières premières pour le revêtement et l'impression des fonds, des couvercles et des systèmes de fermeture	283
Tableau 15.12 : Utilisation et récupération d'énergie dans deux installations	284
Tableau 15.13 : Niveaux d'émissions de COV rapportés pour différents revêtements et impressions d'emballages métalliques	284
Tableau 15.14 : Valeurs d'émissions de gaz propre après traitement des gaz résiduels émanant de l'installation A	284
Tableau 15.15 : Valeurs d'émissions de gaz propre après traitement des gaz résiduels émanant de l'installation B	285
Tableau 15.16 : Valeurs d'émissions de gaz propre après traitement des gaz résiduels émanant de l'installation C	285
Tableau 15.17 : Émissions dans l'air émanant du revêtement et de l'impression des fûts	285
Tableau 15.18 : Déchets produits par le revêtement et l'impression d'emballages métalliques	286
Tableau 15.19 : Émissions émanant du revêtement et de l'impression des fûts	286
Tableau 15.20 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur	287
Tableau 16.1 : Proportions de solvants dans différents systèmes de revêtement utilisés pour le revêtement des pare-chocs	303
Tableau 16.2 : Comparaison des proportions de solvants utilisées dans les systèmes de revêtement appliqués pour le revêtement des enjoliveurs	304
Tableau 16.3 : Utilisation de COV en 2000	305
Tableau 16.4 : Décomposition des matériaux à COV traditionnels	306
Tableau 16.5 : Décomposition des matériaux à faible COV pour obtenir de faibles émissions de COV	307
Tableau 16.6 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur	309
Tableau 16.7 : Niveaux d'émissions des eaux usées générées par le revêtement des pièces à traiter en plastique	310
Tableau 17.1 : Composition de différents types de teintures du bois	321
Tableau 17.2 : Présentation générale des propriétés des teintures et des peintures pour bois	324
Tableau 17.3 : Facteurs de rendement de l'application pouvant être atteints	325
Tableau 17.4 : Quantités de matériaux de peinture appliquées pour différentes techniques d'application	328
Tableau 17.5 : Peintures appliquées et quantités de solvants organiques : exemples de différentes applications dans l'industrie du meuble et du bois	329
Tableau 17.6 : Émissions spécifiques de COV pour différents systèmes de peinture, dont certains avec des mesures de réduction des émissions primaires	330
Tableau 17.7 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur	332
Tableau 18.1 : Facteurs d'émission (FE) par défaut pour la préservation du bois, efficacité de la réduction et coûts de chaque combinaison	346
Tableau 18.2 : Mesures de réduction primaires pour la préservation du bois	346
Tableau 18.3 : Mesures de réduction secondaires pour la préservation du bois	346
Tableau 18.4 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur	347
Tableau 19.1 : Valeurs des émissions dans l'air sur trois chaînes de fabrication de miroirs différentes	354

Tableau 19.2 : Valeurs des émissions dans l'eau après traitement.....	355
Tableau 19.3 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur.....	356
Tableau 20.1 : Plan de présentation des techniques décrites dans le Chapitre 20 et dans toutes les Sections 4 des Chapitres 2 à 19.....	358
Tableau 20.2 : Exemple d'introduction du pistelage de peinture d'intérieur robotisé sur une chaîne de montage de voitures	373
Tableau 20.3 : Exemple d'introduction du pistelage de peinture d'extérieur robotisé sur une chaîne de montage de voitures	373
Tableau 20.4 : Quantité d'eau de rinçage spécifique (litres d'eau de rinçage par litre de pertes par entraînement) en fonction du critère de rinçage et du nombre d'étapes dans le rinçage en cascade inversé.....	384
Tableau 20.5 : Mesures et techniques d'économie d'énergie.....	387
Tableau 20.6 : Exemples d'applicabilité des techniques et options de nettoyage	439
Tableau 20.7 : Exemples de substituts de solvants utilisés dans le secteur STS	446
Tableau 20.8 : Influence des valeurs d'émission sur le choix d'un oxydant à 2 ou 3 lits.....	459
Tableau 20.9 : Comparaison des coûts sociaux marginaux du changement climatique avec les coûts des dommages marginaux des émissions de COV (voir Annexe 24.8).....	461
Tableau 20.10 : Émissions et coûts selon la capacité d'incinération.....	463
Tableau 20.11 : Niveaux maximum autorisés de LIE dans les sècheurs dans l'impression d'emballages souples.....	471
Tableau 21.1 : Nettoyage - techniques à utiliser pour réduire les émissions de COV.....	521
Tableau 21.2 : Techniques d'impression à sécheur thermique permettant de réduire l'utilisation d'IPA dans les solutions de mouillage.....	527
Tableau 21.3 : Techniques à sécheur thermique permettant de réduire les émissions diffuses dues au nettoyage	528
Tableau 21.4 : Techniques de flexographie et d'héliogravure d'emballage permettant de réduire les émissions de COV	529
Tableau 21.5 : Techniques d'héliogravure d'édition permettant de réduire les émissions de COV.....	530
Tableau 21.6 : Revêtement des véhicules - techniques de réduction des COV pouvant être mises en œuvre à court terme.....	533
Tableau 21.7 : Trains - techniques de réduction des émissions de solvants dans l'air	537
Tableau 21.8 : MAEC - techniques liées aux matériaux de revêtement.....	537
Tableau 21.9 : MAEC - techniques d'application	538
Tableau 21.10 : MAEC - techniques de traitement des gaz résiduels	538
Tableau 21.11 : Prélaquage en continu - consommation énergétique pour le revêtement de substrats en aluminium et en acier	541
Tableau 21.12 : Prélaquage en continu - sélection de techniques pour contrôler les consommations et les émissions de solvants	541
Tableau 21.13 : Valeurs d'émission de solvants associées à cette MTD pour les emballages métalliques	542
Tableau 21.14 : Techniques d'emballages métalliques permettant de réduire les émissions de solvants	542
Tableau 21.15 : Emballages métalliques - niveaux d'émission dans les eaux usées.....	543
Tableau 21.16 : Revêtement du bois - émissions de COV de différents systèmes de peinture grâce à des mesures de réduction des émissions primaires.....	544
Tableau 21.17 : Techniques de revêtement du bois permettant de réduire la consommation et les émissions de solvants, et d'améliorer l'efficacité du revêtement	545
Tableau 24.1 : Liste des documents de synthèse de l'EGTEI pertinents pour ce document	575
Tableau 24.2 : Coûts moyens et potentiel de réduction des COV pour toutes les mesures analysées par le modèle.....	577
Tableau 24.3 : Mesures rentables possibles pour la réduction des émissions de COV par industrie	579
Tableau 24.4 : Facteurs de la DES pour la détermination des valeurs annuelles de référence des émissions	581
Tableau 24.5 : Émissions des sources d'une installation traitant 1 000 tonnes de solvants	585
Tableau 24.6 : Exemple d'un résultat possible des calculs des imprécisions.....	586
Tableau 24.7 : Exemple montrant les résultats de l'amélioration de la précision	587
Tableau 24.8 : Exemple montrant les résultats d'une précision améliorée	587
Tableau 24.9 : Flux en entrée/sortie dans des ateliers de peinture automobiles (selon la DES 1999/13/CE)	599
Tableau 24.10 : Exemple 1 de calcul du PCOP effectif.....	604
Tableau 24.11 : Exemple 2 de calcul du PCOP effectif.....	605
Tableau 24.12 : Exemples de taux relatifs d'évaporation (TE) pour une sélection de COV.....	605
Tableau 24.13 : Exemple d'APOCP _e pour une sélection de COV et un COV de référence dans cinq environnements différents A, B, C, D et E.....	605

Tableau 24.14 : Techniques de réduction des gaz résiduaire.....	613
Tableau 24.15 : Groupes chimiques des solvants courants et leur teneur en carbone	615
Tableau 24.16 : Efficacité d'élimination des techniques d'oxydation.....	616
Tableau 24.17 : Efficacité d'élimination de la récupération de solvant sur charbon actif.....	617

DOMAINE D'APPLICATION

Le domaine d'application de ce document repose sur l'Annexe I, 6.7 de la Directive du Conseil 96/61/CE du 24 septembre 1996 sur la prévention et la réduction intégrées de la pollution (Directive IPPC) :

Annexe I, 6.7 :

« Installations destinées au traitement de surface de matières, d'objets ou de produits, et ayant recours à l'utilisation de solvants organiques, notamment pour les opérations d'apprêts, d'impression, de couchage, de dégraissage, d'imperméabilisation, de collage, de peinture, de nettoyage ou d'imprégnation d'une capacité de consommation de solvant de plus de 150 kg par heure ou de plus de 200 tonnes par an. »

Les informations concernant l'interprétation de certaines questions soulevées par la mise en œuvre de la Directive IPPC se trouvent dans les documents de recommandation préparés par les services de la Commission. Les informations concernant la manière dont certaines questions sont traitées en relation avec le domaine d'application de ce document sont fournies ci-dessous.

Installation

Une « installation » est définie comme suit dans la Directive IPPC, Article 2.3 : « une unité technique fixe dans laquelle interviennent une ou plusieurs des activités figurant à l'Annexe I (de la Directive IPPC) ainsi que toute autre activité s'y rapportant directement qui est liée techniquement aux activités exercées sur le site et qui est susceptible d'avoir des incidences sur les émissions et la pollution ».

Solvants organiques et COV

Les composés organiques utilisés dans le commerce sont des produits chimiques contenant du carbone [76, TWG, 2004]. La Directive relative aux émissions de solvants [123, EC, 1999] définit les solvants organiques comme suit : « *tout COV utilisé seul ou en association avec d'autres agents, sans subir de modification chimique, pour dissoudre des matières premières, des produits ou des déchets, ou utilisé comme agent de nettoyage pour dissoudre des salissures, ou comme dissolvant, dispersant, correcteur de viscosité, correcteur de tension superficielle, plastifiant ou agent protecteur.* »

Les solvants organiques peuvent être classés selon leur structure chimique. Il y a trois groupes principaux :

- * les solvants oxygénés tels que :
 - les alcools
 - les aldéhydes
 - les esters
 - les éthers
 - les éthers de glycol et leurs esters
 - les cétones
- * les solvants hydrocarbures :
 - aliphatiques
 - aromatiques
- * les solvants halogénés.

La définition des COV dans la Directive relative aux émissions de solvants est la suivante : « *tout composé organique ayant une pression de vapeur de 0,01 kPa ou plus à une température de 293,15 K ou ayant une volatilité correspondante dans les conditions d'utilisation particulières.* » Néanmoins, l'Article 3(k) de la Directive NEC [139, EC, 2001] stipule que : « *Les composés organiques volatils et les COV désignent tous les composés organiques découlant des activités humaines, autres que le méthane, qui sont capables de produire des oxydants photochimiques par réaction avec des oxydes d'azote en présence de la lumière solaire.* » D'autres exemples de définitions différentes des COV peuvent être trouvés dans les législations et les recommandations européennes et nationales. Deux acronymes sont couramment employés : COVNM, qui correspond aux COV non méthaniques, et COV. Lorsque ce dernier acronyme est utilisé, il n'est pas toujours clair si le méthane est inclus ou exclu. Néanmoins, dans ce document, lorsqu'il est question des consommations et des émissions, COV désigne généralement les COVNM.

L'industrie a demandé la clarification des définitions de « solvants organiques » et de « capacité de consommation ». En conclusion de l'échange d'informations, il a pu être constaté que l'échange avait traité des informations sur les solvants organiques définis comme COV (tels que définis dans la Directive 1999/13/CE du Conseil sur les émissions de solvants). Il a également pu être constaté que, lors de la détermination des conclusions sur les MTD, l'échange s'était concentré sur les installations dont l'utilisation réelle de solvants excédait les seuils de capacité de consommation établis dans la Directive

IPPC (où l'utilisation dans l'activité incluait les solvants récupérés des équipements de réduction des émissions de gaz résiduels). L'interprétation de ces seuils de capacité est traitée dans le contexte des travaux réalisés par la DG Environnement pour développer quelques recommandations sur l'interprétation de certaines dispositions de la Directive.

Traitement de surface

La Section 6.7 de l'Annexe I de la Directive IPPC fait référence aux traitements de surface suivants : peinture, collage, procédés de revêtement avancés, imprégnation, imperméabilisation, impression et nettoyage de surface. Néanmoins, l'échange d'informations ne considère par les MTD pour les industries ou les parties d'industries qui sont largement connues comme opérant en-dessous des capacités de consommation de la Directive IPPC, Annexe I (6.7). Les activités suivantes sont étudiées en détail :

- * impression (offset à sécheur thermique, flexographie et héliogravure d'emballage, héliogravure d'édition)
 - * peinture et autres activités de revêtement (fils de bobinage, voitures, camions, bus, machines agricoles et engins de chantier, bateaux et yachts, avions, autres surfaces en métal, bobines métalliques, emballages métalliques, plastiques, meubles, bois et miroirs)
 - * imperméabilisation (par peinture ou préservation du bois)
 - * encollage (dans la fabrication des abrasifs et des rubans adhésifs)
- nettoyage et dégraissage en conjonction avec d'autres activités de traitement de surface (voir Limites de ce document par rapport aux autres BREF, ci-dessous)
- * préservation du bois.

Les activités suivantes n'ont pas été incluses car elles font partie des activités traitées dans les BREF des textiles et des tanneries :

- * apprêt
- * imperméabilisation
- * collage.

La fabrication de préparations de revêtements, de peintures, d'encres et d'adhésifs, et l'extraction de solvants et les procédés de conversion du caoutchouc n'entrent pas dans le domaine d'application de l'Annexe I, 6.7 de la Directive IPPC. Les procédés de traitement du bois, tels que la fabrication de panneaux de fibres, le laminage des panneaux de particules et des panneaux de fibres (par exemple avec du papier phénolique imprégné) n'ont pas été inclus car ils utilisent des adhésifs à base d'eau.

Nettoyage de surface

Le nettoyage de surface peut avoir trois interprétations différentes :

1. Nettoyage comme activité « principale », c'est-à-dire que l'activité est principalement le nettoyage.
2. Nettoyage lorsqu'un autre traitement de surface est l'activité « principale » (c'est-à-dire l'activité de traitement de surface décrite dans l'Annexe I, 6.7 de la Directive IPPC), à savoir :

- * nettoyage de surface de substrats avant le traitement de surface
- * nettoyage des équipements.

Dans les deux cas, les techniques ont été incluses dans le domaine d'application de ce document comme un traitement de surface ou des activités associées.

3. Nettoyage utilisant des solvants où le traitement de surface n'est pas l'activité principale. Par exemple, le nettoyage d'un bateau entre des lots lors de la fabrication de produits à base de solvants tels que la peinture. Ce type de nettoyage n'est pas considéré comme étant une activité associée au traitement de surface et par conséquent n'entre pas dans le domaine d'application de ce document.

Limites de ce document par rapport aux autres BREF

Le traitement de surface au moyen de solvants est également parfois traité dans d'autres BREF. Par exemple, les BREF suivants :

- * tannage des cuirs et des peaux
- * industrie de finition du textile
- * industrie de fabrication de papier et de pâte à papier
- * traitement des métaux ferreux

- * fibres de verre et minérales
- * traitement de surface des métaux et des matières plastiques (nettoyage et prétraitement de surface).

Ces BREF peuvent être utilisés pour valider, comparer et remettre en question les informations fournies. Les conclusions fournies dans les autres BREF n'affectent pas ou ne restreignent pas les conclusions de ce document.

Des techniques complémentaires et des informations de support sont données dans d'autres documents de référence IPPC, en particulier dans le BREF CWW¹, le BREF sur le stockage² et le BREF sur la surveillance³. Les conclusions des MTD dans ces documents n'ont pas été validées pour les procédés de revêtement utilisant des solvants, mais lorsque des conditions physiques et/ou chimiques similaires existent et en considérant la viabilité économique, les conclusions peuvent être appliquées dans ce secteur.

Certaines activités entrent dans le champ d'application du BREF sur le Traitement de surface des métaux et matières plastiques (STM) se rapportant à la catégorie 2.6 : « *Installations pour le traitement de surface des métaux et matières plastiques utilisant un procédé électrolytique ou chimique où le volume des cuves de traitement excède 30 m³* », et relèvent également du domaine d'application de ce document. Le choix de l'endroit où indiquer les informations portant sur des activités qui entrent dans le domaine d'application de ces deux BREF ou dans l'un des deux, a été effectué pour des raisons pratiques et les données sont référencées. L'électrodéposition (*e-coat*) est traitée dans ce document.

¹ Document de référence sur les MTD pour les systèmes communs de traitement et de gestion des eaux et des gaz résiduels dans l'industrie chimique. 67 EIPPCB (2003).

« Document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour les systèmes communs de traitement et de gestion des eaux et des gaz résiduels dans l'industrie chimique », Commission Européenne

² Document de référence sur les MTD pour les émissions dues au stockage 91 EIPPCB (2005). « Document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour les émissions dues au stockage ».

³ Document de référence sur les principes généraux de surveillance 113 EIPPCB (2003). « Document de référence sur les principes généraux de surveillance ».

1 INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE TRAITEMENT DE SURFACE UTILISANT DES SOLVANTS ORGANIQUES

[128, TWG, 2005]

Lorsqu'il est fait référence aux solvants dans ce document, il s'agit de solvants organiques (à moins qu'une précision supplémentaire ne soit apportée comme « à base d'eau », etc.).

1.1 Solvants organiques et traitement de surface

Les solvants organiques sont largement dérivés de l'industrie pétrolière et fabriqués par des producteurs établis (bien qu'il y ait des alternatives, tels que les esters d'huile végétale). 4,5 millions de tonnes de solvants sont vendues et utilisées en Europe et la demande la plus importante provient de loin de l'industrie de la peinture et du revêtement. Néanmoins, cette demande a chuté de 46 % en 1998 à 27 % en 2003. Cette diminution est probablement déjà due à la généralisation des techniques à base d'eau et de poudre, lorsque cela est techniquement possible. Parmi les autres secteurs, 7 % sont utilisés pour la formulation des encres d'impression et 4 % pour celle des adhésifs. Il est impossible de fournir une décomposition plus détaillée de ces chiffres, les producteurs de solvants ne sachant pas, par exemple, pour quels types de formules les solvants sont utilisés, ou s'ils sont utilisés pour le nettoyage, etc.

L'historique des données de vente des solvants montre une croissance moyenne marginale de 0,1 % par an sur les 10 dernières années, inférieure à la croissance du PIB. Les projections concernant les consommations futures ne montrent aucune croissance. La tendance au déclin des dernières années est liée à :

- * une législation environnementale plus importante
- * une pénétration croissante des techniques à base d'eau ou des techniques alternatives, lorsque cela est possible
- * le recyclage des solvants et une utilisation plus efficace des solvants.

Les solvants organiques sont généralement classés en catégories de produits. Les catégories les plus importantes sont :

- * les solvants oxygénés : cela inclut les esters, les cétones, les alcools et les éthers de glycol (et leurs dérivés à l'acétate)
- * les solvants hydrocarbures : les solvants hydrocarbures aromatiques (par exemple le toluène, le xylène), aliphatiques et paraffiniques
- * les solvants chlorés (non inclus dans ces statistiques).

Dans la famille des solvants, on a observé une tendance à délaisser les solvants de type aromatique et white spirit au profit de produits moins volatils (moins combustibles, exposition potentielle moins importante, rejets de COV réduits) lorsque cela est possible.

La production de solvants concerne directement 10 000 emplois et un chiffre d'affaires de 2,5 à 3 milliards EUR. L'utilisation de solvants concerne près de 10 millions d'emplois dans plus de 500 000 entreprises dans l'Europe des 25, la plupart étant des PME, soit un chiffre d'affaires global d'environ 200 milliards EUR.

Dans ce secteur de l'IPPC, les industries décrites utilisent des solvants pour un large éventail d'activités. Ils sont utilisés pour le nettoyage de surfaces à traiter, ainsi que comme support pour le traitement (par exemple l'encre, la peinture, les agents de préservation, l'isolation, les adhésifs). Les industries elles-mêmes utilisent des traitements pour une ou plusieurs des activités suivantes :

- * communication (impression)
- * décoration
- * prévention de la corrosion et/ou de l'altération d'une surface ou d'un produit
- * conservation de produits et livraison (tel que les contenants alimentaires et de boissons, l'emballage alimentaire, les contenants d'aérosols, les articles de toilette, les fûts, etc.)
- * application d'une couche assurant une fonction spéciale (par exemple isolation électrique, abrasion, adhésivité).

Ce chapitre (Chapitre 1) fournit des informations générales sur toutes les industries ou activités concernées. Les Chapitres 2 à 19 traitent chacun d'une industrie dans le secteur et se divisent en quatre sections comme suit :

- Section 1 : Informations générales sur l'industrie ou l'activité concernée
- Section 2 : Description des procédés industriels utilisés dans cette industrie ou activité
- Section 3 : Données et informations concernant les niveaux réels de consommation et d'émissions reflétant la situation dans les installations existantes au moment de la rédaction de ce document
- Section 4 : Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD comme expliqué ci-dessous pour le Chapitre 20. Néanmoins, l'accent est mis sur les techniques ou les informations spécifiques de l'industrie ou de l'activité individuelle.

Le Chapitre 20 décrit les techniques génériques de réduction de la consommation et des émissions et d'autres techniques qui sont considérées comme étant les plus pertinentes pour déterminer les MTD et les conditions de délivrance de permis sur la base des MTD de manière plus détaillée, et qui sont pertinentes pour plus d'une des industries ou activités concernées.

Le Chapitre 21 se divise en deux parties : la Section 21.1 définit les MTD génériques applicables dans toutes les industries dans ce secteur, et les Sections 21.2 à 21.19 définissent les MTD spécifiques de chaque industrie à utiliser en conjonction avec celles de la Section 21.1.

Le paragraphe 5 de la préface définit plus en détail comment comprendre et utiliser ce document.

1.2 Principaux enjeux environnementaux

1.2.1 Généralités

Les industries de revêtement STS ont un rôle majeur à jouer dans l'extension de la vie des métaux, par exemple pour les carrosseries automobiles, les bateaux, les avions et les matériaux de construction, et doivent apporter des moyens pour la conservation et la livraison d'aliments et autres produits sous emballage. Les principaux enjeux environnementaux concernent les émissions de solvants dans l'air, l'eau et le sol, les émissions de particules dans l'air, l'utilisation de l'énergie, la gestion et la réduction maximale des déchets, et l'état du site lors de la cessation des activités.

En raison de leur nature inflammable, de leur impact potentiel sur la santé et la sécurité des travailleurs et souvent de leurs odeurs désagréables, les solvants ont été contrôlés et extraits des procédés depuis de nombreuses années. L'industrie peut également extraire les particules des procédés, en particulier en cas de pulvérisation et de ponçage. L'extraction, et lorsqu'il est appliqué, le traitement des solvants et des particules, utilisent de grands ventilateurs et d'autres équipements qui peuvent être une source majeure de bruit. Beaucoup d'installations utilisent aussi des équipements de production qui sont par nature bruyants. Les solvants peuvent être utilisés non seulement pour le nettoyage de substrats mais aussi des équipements, ce qui conduit à un accroissement de la quantité de déchets contenant des solvants et qui peuvent nécessiter des procédures spéciales de récupération et d'élimination. Le secteur utilise une quantité importante d'énergie à la fois pour les procédés de production, mais aussi pour la collecte et le traitement des gaz résiduels au point de rejet. Les questions suivantes sont cruciales :

- * réduction maximale de la consommation de matières premières et d'énergie
- * réduction maximale des émissions par la conception, la gestion et la maintenance des procédés et par le traitement des gaz résiduels
- * garantie de la sûreté chimique et prévention des accidents environnementaux.

Les mesures pour parvenir à une meilleure performance environnementale sont souvent complexes et doivent être évaluées au regard de leurs impacts potentiels sur la santé et la sécurité sur le lieu de travail, sur la qualité des produits et des autres processus, l'âge et le type d'installation, ainsi que sur les bénéfices pour l'environnement dans son ensemble. Les meilleures techniques disponibles seront confrontées à ces critères et incluront, par conséquent, des modifications des unités de procédé ainsi que des techniques de réduction au point de rejet.

Les techniques complexes de contrôle des procédés et de traitement jouent un rôle important pour parvenir à une meilleure performance environnementale. Néanmoins, une exploitation efficace et une maintenance régulière sont tout aussi essentielles que le choix de la technique. Par conséquent, les considérations importantes consistent en de bonnes pratiques de gestion et de travail, une bonne

conception des procédés et du site, la formation de la main d'œuvre à la performance environnementale et aux procédés, la sécurité sur le lieu de travail et la prévention des accidents, et, pour finir, le contrôle de la performance des procédés et de la performance environnementale.

1.2.2 Solvants

À cause de leurs propriétés et des quantités concernées, les solvants sont les matières qui suscitent le plus d'inquiétudes :

- * les COV réagissent avec les NO_x en présence de la lumière du soleil pour former de l'ozone dans la troposphère. Il s'agit généralement des COVNM (composés organiques volatils non méthaniques)
- * les solvants halogénés, leur toxicité et leur impact sur la réduction d'ozone dans la stratosphère
- * certains solvants sont toxiques pour les organismes aquatiques
- * certains solvants ne sont pas facilement biodégradables, ils peuvent donc potentiellement contaminer les sols. Les solvants traditionnels ne sont pas PBT (persistants, bioaccumulables, toxiques) et aucun n'est vPvB (très persistant, très bioaccumulable). Néanmoins, les solvants peuvent facilement se répandre dans le sol jusqu'aux nappes phréatiques, où peu, voire aucun, mécanisme n'existe pour les éliminer ou les désagréger. De nombreux rapports ont été rédigés sur des aquifères utilisés pour l'eau potable et contaminés par des solvants (bien que ne provenant pas nécessairement de ces industries).

Le traitement de surface au moyen de solvants correspondait à la troisième source la plus importante d'émissions de COV des industries européennes IPPC en 2001, selon l'EPER, voir Figure 1.1. Néanmoins, le registre dispose d'un seuil pour ne rapporter que les émissions supérieures à 100 tonnes rejetées dans l'air par an, donc un grand nombre d'installations émettant moins de rejets n'ont pas été répertoriées.

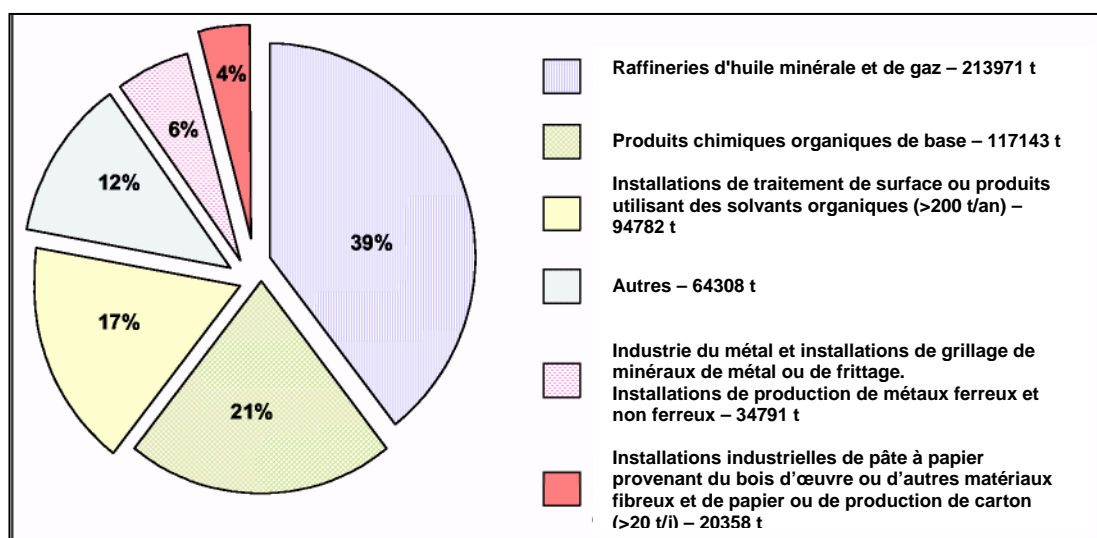


Figure 1.1 : Émissions de solvants organiques volatils non méthaniques provenant des procédés IPPC en 2001
[194, EPER, 2001]

1.2.3 Métaux

Il est souvent fait référence aux métaux toxiques tels que le plomb, le cadmium, le chrome et le nickel comme étant présents dans des prétraitements à base d'eau et des pigments pour les encres et la peinture. Ceux-ci sont régis par d'autres législations telles que la Directive 76/769/CEE, qui limite la commercialisation et l'utilisation de ces pigments et d'autres dans l'UE, la Directive relative à la fin de vie des véhicules et la Directive relative aux restrictions de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques, etc. Ils ne sont pas très répandus dans les traitements de surface à grande échelle utilisant des solvants organiques et ne sont pas utilisés dans les procédés d'impression traités en détail dans ce document [98, EC, 1976] [102, EC, 2000] [103, EC, 2003].

Les composés organostanniques et d'autres composés toxiques peuvent être utilisés comme catalyseurs dans les systèmes de peinture à électrodéposition.

Le chrome hexavalent est toujours utilisé (en 2005) dans la passivation à base d'eau des surfaces en zinc ou alliages de zinc ou des cellules d'avions avant peinture, à cause de la difficulté de trouver des substituts adéquats. Cette question est traitée dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006].

Le cuivre, le chrome et les sels d'arsenic sont utilisés pour la préservation du bois à base d'eau (voir Chapitre 18).

De petites quantités de cuivre sont utilisées dans les pigments bleus de phtalocyanine de cuivre pour les encres, mais ne sont pas à base d'eau. Ils ne sont rejetés que périodiquement et on ne les retrouve que dans les niveaux de fond des effluents. Le complexe est fortement lié et n'est pas facilement disponible.

1.2.4 Autres polluants

Un des principaux substituts aux revêtements à base de solvants est l'utilisation de revêtements à base d'eau. Il est parfois nécessaire d'utiliser des biocides pour les empêcher de se dégrader en cours de stockage ou d'utilisation, ou ils peuvent présenter des DCO et/ou DBO élevées provenant des solubiliseurs, etc. ce qui peut conduire à une faible biodégradabilité dans certains cas.

Dans le revêtement des bateaux, l'enlèvement de l'ancienne peinture antisalissure et l'application d'une nouvelle couche peuvent conduire à une augmentation des contaminants tels que le TBTO (oxyde de tributylétain) et d'autres biocides. Les nouveaux types de peinture antisalissure sont régis par l'OMI (voir Chapitre 11).

La préservation du bois utilise des composants toxiques dans les systèmes de traitement. Elle représentait environ 30 % des émissions de POP dans l'UE des 15 en 1991 et, bien que l'utilisation des POP ait nettement diminué, ils représentent un facteur important à prendre en compte, en particulier lors du déclassement des sites.

L'ammoniac est utilisé comme stabilisant dans certaines solutions à base d'eau.

1.2.5 Énergie

Toutes les industries sont des utilisateurs importants d'énergie via leurs activités : dans les procédés de traitement de surface, dans les activités associées et dans les équipements de réduction de la pollution. Des quantités significatives d'énergie sont utilisées pour extraire l'air contaminé par des solvants, et le gaz peut servir de combustible de support pour la destruction thermique des COV à faibles concentrations. L'équilibre entre l'utilisation d'énergie et la réduction des COV doit être étudié attentivement. Dans de nombreux cas, des solutions intégrées, comme un meilleur contrôle des émissions diffuses et une maintenance planifiée, peuvent réduire beaucoup plus efficacement les COV que des solutions reposant uniquement sur le traitement des gaz résiduels.

1.2.6 Consommation de matières premières

Des techniques à haut rendement peuvent être utilisées pour réduire de façon générale la consommation de matières premières. L'émission de solvants peut être réduite de façon significative par des techniques d'application à haut rendement et des produits de revêtement à haut extrait sec.

1.2.7 Consommation d'eau

L'eau est utilisée pour le refroidissement et dans d'autres procédés, en particulier dans les prétraitements et les revêtements à base d'eau. La réduction de la consommation d'eau est très importante et est, par conséquent, traitée à la fois dans ce document et dans le BREF STM.

Les polluants à base d'eau importants pour ce secteur sont présentés dans la Section 1.2.4.

1.2.8 Déchets solides et liquides

Lorsque des solvants sont utilisés, les déchets produits peuvent souvent être classifiés comme dangereux. Le stockage et l'élimination adéquats des déchets sont étudiés.

1.2.9 Particules en suspension dans l'air

Elles proviennent de certains procédés (comme le ponçage du bois et d'autres substrats) et des procédés de revêtement par pulvérisation.

1.2.10 Bruit

Beaucoup d'installations utilisent des équipements de production par nature bruyants, comme les machines de pliage et de découpage dans l'imprimerie, les presses en métal, ou qui le sont en raison des volumes et des cadences de production élevés. Ces équipements peuvent être encoffrés pour des raisons de santé et de sécurité. Les équipements d'extraction de gaz résiduels comportent de grands ventilateurs qui sont une source majeure de bruit, tout comme certains types de traitement des gaz résiduels.

2 IMPRESSION

[4, Intergraf and EGF, 1999] [128, TWG, 2005] sauf indication contraire.

2.1 Informations générales sur l'impression

2.1.1 Industrie de l'impression dans la Communauté Européenne

L'industrie de l'impression est l'une des plus importantes industries de fabrication de l'Union Européenne. Elle fait partie des dix premières industries de la plupart des pays. C'est une industrie qui dessert tous les secteurs de l'économie, y compris les autorités publiques, les services financiers, les éditeurs, les services de distribution et les industries de fabrication. Sa clientèle s'étend des grandes institutions aux petites entreprises. Il existe plusieurs milliers de sociétés concurrentes, dont la capacité dépasse les besoins du marché dans la plupart des domaines, la concurrence est donc féroce. L'ensemble de l'industrie dans les pays de l'Europe des 25 et de l'AELE emploie environ 970 000 personnes dans environ 125 000 sociétés dont le chiffre d'affaires total s'élève à environ 170 milliards EUR, voir le Tableau 2.1, le Tableau 2.2 et le Tableau 2.3. Les notes du Tableau 2.3 décrivent les activités d'impression prises en compte dans ces chiffres, qui englobent beaucoup d'activités et d'installations n'entrant pas dans le domaine d'application de ce document.

		2000	2001	2002	2003	2004
UE-25^(a)						
BE	Belgique		1794	1693	1683	1633
CZ	République Tchèque	4112	3708 ^(b)	5286	6100	-
DK	Danemark	1736	1569	1473	1352	-
DE	Allemagne	13584	14680	12934	12574	-
EE	Estonie	140	153	168	168	-
EL	Grèce	-	-	-	-	-
ES	Espagne	15445	14452	14445	13958	-
FR	France	17114	16962	16766	-	-
IE	Irlande	353	357	380	-	-
IT	Italie	20400	20320	20269	19603	-
CY	Chypre	111	302	316	318	-
LV	Lettonie	273	258	-	-	-
LT	Lituanie	262	274	291	295	-
LU	Luxembourg	86	78	77	-	-
HU	Hongrie	661	4265	4322	-	-
MT	Malte	194	189	-	-	-
NL	Pays-Bas	2976	2848	2668	3665	3183
AT	Autriche	1045	1010	1088	1095	-
PL	Pologne	11001	10333	11416	-	-
PT	Portugal	3055	3116	2988	3237	-
SI	Slovénie	1282	1413	1133	-	-
SK	Slovaquie	186	240	245	201	-
FI	Finlande	1368	1311	1276	-	-
SE	Suède	3951	3835	3683	-	-
UK	Royaume-Uni	18937	18814	18777	18283	-
Totaux :		118438	118573	121694	-	-
AELE (a)						
NO	Norvège	1100	-	-	-	-
CH	Suisse	2634	-	-	-	-
(a) Indicateur économique pour les statistiques structurelles d'entreprises. Classification des activités économiques – NACE Rév. 1.1 - DE 22.2						
(b) Valeur provisoire						
Extrait de la base de données Eurostat New Chronos. La taille des sociétés étudiées peut varier d'un pays à l'autre.						

Tableau 2.1 : Nombre d'entreprises d'impression dans les pays européens
[117, Eurostat, 2005/6]

		2000	2001	2002	2003	2004
UE-25^(a)						
BE	Belgique		22006	21309	19586	19169
CZ	République Tchèque	-	17531 ^(b)	18118	20274	-
DK	Danemark	16643	15023	14025	12590	-
DE	Allemagne	196489	191822	186432	165511	-
EE	Estonie	W	(c)	2489	2336	-
EL	Grèce	-	-	-	-	-
ES	Espagne	87209	82852	84949	82864	-
FR	France	120978	119698	115796	-	-
IE	Irlande	8672	8523	7936	-	-
IT	Italie	99106	98980	93680	94903	-
CY	Chypre	1382	-	-	1573	-
LV	Lettonie	3609	3917	-	-	-
LT	Lituanie	3145	3363	3515	3628	-
LU	Luxembourg	1141	1143	1140	-	-
HU	Hongrie	16076	21213	23683	-	-
MT	Malte	1284	1249	-	-	-
NL	Pays-Bas	48447	48006	46550	36532	47900
AT	Autriche	16803	16560	16066	15196	-
PL	Pologne	38653	38233	34684	-	-
PT	Portugal	24588	25259	22857	24762	-
SI	Slovénie	5731	5778	6058	-	-
SK	Slovaquie	5592	6118	5046	3863	-
FI	Finlande	13317	13129	12390	-	-
SE	Suède	24314	23839	22606	-	-
UK	Royaume-Uni	-	201000	191000	185000	-
Totaux :		733179	947711	930329	-	-
AELE^(a)						
NO	Norvège	10476	-	-	-	-
CH	Suisse	32302	-	-	-	-
(a) Indicateur économique pour les statistiques structurelles d'entreprises. Classification des activités économiques – NACE Rév. 1.1 - DE 22.2 (b) Valeur provisoire						
Extrait de la base de données Eurostat New Chronos. La taille des sociétés étudiées peut varier d'un pays à l'autre.						

Tableau 2.2 : Nombre d'employés dans l'industrie européenne de l'impression
[177, Eurostat, 2005/6]

Outre l'impression sur papier, des marchés complémentaires d'impression sur d'autres substrats comme sur les plastiques, le carton et le métal sont également considérables (pour l'impression sur le métal, voir l'emballage métallique, Chapitre 15).

Alors que bon nombre des produits énumérés peuvent être produits sur le même type de machines, la rentabilité impose que certains d'entre eux soient imprimés sur des équipements spécialisés. Les principaux procédés décrits (voir la Figure 2.1) présentent tous des propriétés spécifiques et coûts associés, et sont utilisés selon les besoins. Parfois, plusieurs procédés peuvent être utilisés pour la même tâche, et il arrive qu'une presse d'impression spécifique intègre plusieurs procédés.

Les procédés d'impression convertissent les textes et les images d'origine en une image sur un support (à l'exception de l'impression numérique, voir plus bas), et les principaux types de procédés sont nommés en fonction de la méthode de transposition de cette image. Le support peut être une plaque, un cylindre ou un pochoir. Tous les supports d'image présentent deux surfaces distinctes : une zone image (imprimante) et une zone non-image (non-imprimante). La zone image accepte l'encre, tandis que la zone non-image n'accepte pas l'encre et ne la retient pas.

Chiffre d'affaires (total en millions EUR)					
		2001	2002	2003	2004
UE-25					
BE	Belgique	7698	7548	7244	7319
CZ	République Tchèque				
DK	Danemark	3418,3	3248,7	2904,4	
DE	Allemagne	34404	32692	32828	33050
EE	Estonie	45,2	141,5	182,9	
EL	Grèce				
ES	Espagne	5855	6070	6090	6325
FR	France	22454,5	12003,2	21046,9	
IE	Irlande	829	800,7		
IT	Italie	21593,5	22531,7	22447,3	
CY	Chypre	177,7	165,1	158	
LV	Lettonie		184,3	193	
LT	Lituanie	150	183,2	182,8	
LU	Luxembourg	279,425	281,643	309,557	
HU	Hongrie	1441,4	1679,1		
MT	Malte	139,7	169,1		
NL	Pays-Bas	11516,1	10954,8	10134,9	
AT	Autriche	3317,5	3264,6	3274,7	3287,47
PL	Pologne				
PT	Portugal	253,3	153,8	89,2	
SI	Slovénie				
SK	Slovaquie	374,4	370,9	368,2	
FI	Finlande	3326	3198	3055	3147
SE	Suède	9048	8914	8684	8850
UK	Royaume-Uni	44225,4	42146,2	35043,9	
Total UE-25 :		186327,1	172291,8	166318,2	
AELE					
NO	Norvège	2784,4	2837,3		
CH	Suisse	13000	12800	12400	12500
Notes : Les totaux sont la somme de toutes les activités économiques du NACE Rév. 1.1 – DE 22.2, Impression et activités de service liées à l'impression :					
<ul style="list-style-type: none"> ○ 22.21 : Impression de journaux ○ 22.22 : Impression ○ 22.23 : Reliure de livres ○ 22.24 : Activités pré-presse (composition et clichage) ○ 22.25 : Activités annexes liées à l'impression 					

Tableau 2.3 : Chiffre d'affaires de l'industrie européenne de l'impression, toutes activités confondues
[177, Eurostat, 2005/6]

Les principaux procédés d'impression sont énumérés ci-dessous (et voir la Figure 2.1) et décrits dans la Section 2.2 :

Production du support d'image	Épreuve pré-press	Procédé d'impression	Exemple de produits finis
En relief*		Typographie	Journaux, livres, tableaux, cartes de visite
		Flexographie* & **	Emballage souple, emballages de boissons, livres brochés, revêtements muraux, formulaires
		Autres	Petits tirages spécialisés, impressions artistiques, etc.
Offset*		Offset feuille à feuille	Brochures, livres, boîtes pliantes, fournitures d'entreprise
		Offset sur rotative coldset	Journaux, formulaires, annuaires téléphoniques
		Offset sur rotative à sécheur thermique*	Magazines, brochures, catalogues
		Autres	Impressions artistiques
Gravure*		Héliogravure d'édition*	Catalogues, brochures, magazines
		Héliogravure d'emballage **	Emballage souple, papiers peints, placage, finitions décoratives
		Tamponnage	Bouteilles, coupes
		Autres	Impressions artistiques
Sérigraphie		Sérigraphie	Films auto-adhésifs, publicité, CD, circuits imprimés, PVC, bouteilles PP
Directe		Numérique	Catalogues, petits tirages, publicité

*Décrits en détail dans ce document

**Souvent présents dans la même imprimerie

Figure 2.1 : Vue d'ensemble des principaux procédés d'impression

Impression en relief

Cette technique utilise une surface d'impression qui est en relief, c'est-à-dire surélevée au-dessus de la surface non-imprimante. La *typographie* et la *flexographie* sont des exemples de ce procédé. La flexographie peut fonctionner dans des installations suffisamment grandes pour dépasser les critères définis dans l'Annexe I (6.7) de la Directive IPPC, mais souvent à cette taille, elle est associée à l'héliogravure d'emballage, ainsi qu'au pelliculage et au vernissage.

Impression offset

Les zones image et non-image sont sur le même plan sur une plaque, qui peut être en métal, plastique ou papier (une technique connue sous le nom de *lithographie*, en général abrégée « *litho* »).

Les plaques offset ne durent pas longtemps lorsqu'elles sont constamment érodées par le contact avec les substrats d'impression sur les longs tirages, l'image est appliquée ou « *décalée* » (*offset* en anglais) sur un blanchet plus souple qui transfère l'image sur le substrat. Ce type d'impression est appelé « offset » et est le procédé le plus couramment utilisé.

Le substrat peut être alimenté par un rouleau ou par rotative, procédé connu sous le nom de « *alimentation par rotative* », ou feuille à feuille (« *alimenté en feuille à feuille* »). « *À sécheur thermique* » et « *coldset* » font référence à la technique pour sécher l'encre. L'impression offset sur rotative à sécheur thermique peut fonctionner dans des installations suffisamment grandes pour dépasser les critères définis dans l'Annexe I (6.7) de la Directive IPPC.

Gravure

C'est le plus connu des procédés d'impression en creux, la taille-douce et l'estampage en étant d'autres exemples. Ici, les zones imprimantes sont de minuscules creux inscrits sur un cylindre sous les zones non-imprimantes. Ces creux sont remplis d'encre, le surplus d'encre est retiré et le substrat est pressé contre le cylindre d'impression. L'héliogravure d'édition et l'héliogravure d'emballage peuvent fonctionner dans des installations suffisamment grandes pour dépasser les critères définis dans l'Annexe I (6.7) de la Directive IPPC.

Cyclostyle

La *sérigraphie* est un exemple d'impression cyclostyle, dans laquelle les zones imprimantes et non-imprimantes sont portées sur un écran. Les zones non-imprimantes sont formées par le blocage de parties de l'écran, alors que l'encre passe de force à travers les parties non bloquées sur le substrat.

Numérique

Produit une image directement sur le substrat à partir des informations numériques, sans la création d'une image permanente intermédiaire.

Utilisation commerciale des procédés

Alors que beaucoup d'entreprises gèrent aussi la création d'image et tous les procédés impliqués avant que l'impression proprement dite ait lieu, ainsi que la reliure et les finitions, un grand nombre de sociétés sont spécialisées dans ces opérations spécifiques. De la même manière, plusieurs milliers de sociétés commerciales, comme les banques, réalisent leurs propres impressions en interne.

De plus, il existe beaucoup de magasins d'impression (boutiques de photocopies). Traditionnellement, ils utilisaient les mêmes équipements que les imprimeurs plus petits dits « traditionnels », mais désormais, ces sociétés sont surtout spécialisées dans les photocopies et l'impression jet d'encre et/ou numérique.

2.1.2 Produits

2.1.2.1 Journaux

Pratiquement tous les journaux sont imprimés par impression offset sur rotative coldset. Une imprimerie classique de journal local peut disposer d'une ou deux presses avec quatre unités sur chaque presse, mais les imprimeurs spécialisés plus importants qui impriment des journaux nationaux peuvent avoir jusqu'à dix presses. Les machines coldset à rotative plus étroite sont aussi utilisées pour la production de tracts publicitaires, de livres brochés et d'annuaires téléphoniques.

On trouve encore des presses typographiques plus anciennes dans certains pays, mais leur utilisation a rapidement décliné ces 20 dernières années. Une ou deux sociétés ont récemment opté pour le procédé flexographique. Lorsque les imprimeurs de journaux passent à la flexographie, c'est toujours pour des procédés à base d'eau.

2.1.2.2 Magazines et catalogues

Les magazines tirés à plus de 10 000 exemplaires sont généralement imprimés par impression offset sur rotative à sécheur thermique, bien que des tirages plus limités soient réalisés par offset feuille à feuille. L'impression offset sur rotative à sécheur thermique est aussi utilisée pour imprimer les brochures touristiques, les catalogues de vente par correspondance et les publicités insérées dans les journaux et les magazines. Elle est aussi utilisée pour l'impression de certains livres en couleur.

Les magazines à très grand tirage et les publications similaires ont tendance à être imprimés par gravure, lorsque les coûts supplémentaires de la réalisation d'un cylindre d'héliogravure par rapport à ceux de la réalisation des plaques offset peuvent être supportés. Étant donné le niveau élevé d'investissement et la production importante, ces procédés sont généralement utilisés dans les grandes entreprises.

L'héliogravure a la réputation de permettre d'imprimer sur des surfaces de papier de mauvaise qualité, tout en permettant d'obtenir une bonne qualité d'impression. L'impression offset sur rotative à sécheur thermique, en revanche, nécessite un bon papier couché ou non couché pour parvenir à la même qualité. Certaines sociétés disposent à la fois de presses d'héliogravure et de presses offset sur rotatives à sécheur thermique pour imprimer des magazines de tirages différents.

2.1.2.3 Livres

La plupart des livres en couleur et des livres en noir et blanc à tirages limités ont tendance à être imprimés par offset feuille à feuille, alors que les livres à gros tirages à une couleur, comme les livres de poche, sont imprimés sur une rotative, généralement par offset sur rotative coldset mais aussi parfois par typographie. Les feuillets de 8, 16 ou 32 pages sont imprimés en une seule fois, et sont ensuite reliés pour produire le livre.

Plusieurs centaines de sociétés dans chaque pays sont capables d'imprimer des livres à tirage limité par offset feuille à feuille, avec reliure en interne ou hors site. En revanche, les tâches à grand tirage ne sont réalisées que par quelques spécialistes.

Il existe très peu de presses à bande continue spécialisées, qui impriment entièrement le livre en une seule opération, plutôt qu'en plusieurs sections séparées. Elles impriment généralement par typographie en utilisant des clichés en plastique. La production de livres à tirage limité et de brochures est principalement une opération locale, les tâches à grand tirage étant ouvertes à la concurrence nationale et internationale.

2.1.2.4 Impression générale

Il existe une grande diversité de tâches d'impression connues sous le nom de tâches générales ou commerciales, qui incluent la documentation publicitaire, les rapports d'entreprise, les cartes de vœux, les calendriers, les brochures, les prospectus, les posters et autres tâches similaires, qui sont imprimés par offset feuille à feuille.

2.1.2.5 Impression de sécurité

La catégorie générale de l'impression de sécurité comprend un grand nombre de produits, qui vont des billets, passeports, timbres, chèques, tickets et coupons jusqu'aux documents qui dépendent de la sécurité des informations, comme les rapports et les comptes d'entreprises, les documents financiers municipaux et les énoncés d'examens. Cela requiert une large gamme de procédés, dont certains sont spécifiques seulement à l'impression de sécurité.

2.1.2.6 Étiquettes

Il existe essentiellement deux types d'étiquettes, les étiquettes à humidifier et les étiquettes autocollantes en rouleau. Les premières sont généralement imprimées par offset feuille à feuille traditionnel, puis découpées pour être collées et enroulées autour de canettes et de bouteilles. Les étiquettes autocollantes sont imprimées sur une rotative composée de plusieurs couches, incluant le papier dorsal, la couche adhésive et la couche de face, qui sont imprimées et découpées selon la forme désirée.

L'impression de cylindres d'étiquettes autocollantes est une opération particulièrement spécialisée et les équipements sont uniquement utilisés pour cet usage. Les presses peuvent être des rotatives à journal, flexo ou offset (à base d'eau ou sans eau) et peuvent aussi incorporer de la sérigraphie et du gaufrage. Une presse spécifique peut incorporer plusieurs procédés.

2.1.2.7 Imprimés commerciaux

L'impression d'imprimés commerciaux est aussi particulièrement spécialisée, bien que le marché soit en train de décliner rapidement en raison de capacités technologiques toujours plus avancées. Elle peut être divisée en deux domaines : les imprimés continus et les jeux découpés en général au format A4. Les jeux peuvent être imprimés sous forme de feuilles, puis assemblés pour former le jeu et collés sur le bord d'un bloc épais de plusieurs jeux, pour être séparés plus tard par l'utilisateur.

2.1.2.8 Emballages en papier et en carton

Les emballages en papier et en carton peuvent prendre trois formes principales : l'emballage en papier, comme les sacs en papier, et les cartons fabriqués à partir de carton plat ou de carton ondulé. C'est un marché très important, de la même ampleur environ que les marchés des journaux, des livres et de l'impression de sécurité.

Les sacs en papier économiques seront souvent imprimés par flexographie, en utilisant des encres à base d'eau.

Il existe un certain nombre de marchés : le marché des emballages alimentaires et boissons, et celui des médicaments sont les principaux. Pour l'emballage alimentaire, l'impression est souvent réalisée en

utilisant des encres UV, pour assurer un séchage (durcissement) complet et prévenir tout mélange d'encre avec la nourriture.

Les cartons fabriqués à partir de carton plat sont imprimés par offset feuille à feuille sur de grandes machines multicolores, avec une qualité et une précision supérieures. Le carton ondulé est généralement imprimé par flexographie feuille à feuille à base d'eau [76, TWG, 2004].

Pour les tirages plus longs, l'impression peut être réalisée par offset sur rotative, par flexographie ou héliogravure. L'héliogravure est utilisée lorsqu'une très bonne qualité est requise, par exemple pour les paquets de cigarettes.

2.1.2.9 Emballages souples

L'impression d'emballages souples peut inclure le PVC, les polycarbonates ou les films PET et les pellicules. La production d'emballages souples inclut souvent le pelliculage des différents films plastiques et des pellicules aluminium ensemble (avant ou après l'impression) [76, TWG, 2004].

2.1.2.10 Produits nécessitant des films d'encre épais

La sérigraphie produit un film caractéristiquement plus épais et elle est donc utilisée pour différents produits comme :

- * la création d'un impact visuel, par exemple dans les publicités sur le point de vente, les posters, les décalcomanies de voiture
- * les bouteilles en PVC, en polycarbonate ou en PET
- * les CD, les DVD
- * l'impression de dessins sur du papier pour transfert sur T-shirts par application de chaleur
- * certains revêtements muraux spécialisés
- * les revêtements épais requis par les tickets de loterie « à gratter »
- * les bandes magnétiques sur les billets de train ou les cartes de crédit
- * l'application d'une réserve de gravure lors de la fabrication des circuits imprimés (des informations complémentaires sont données dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006])
- * les textiles.

Les substrats imprimés par sérigraphie consistent pour 40 % d'impressions de films autocollants, pour 20 % d'impressions sur des plastiques (plastiques rigides inclus), et pour 20 % d'impressions sur des cartons. Une part importante de l'utilisation de ce procédé est réalisée aussi par l'impression sur textiles et métaux. Les tirages sont généralement très courts, deux tiers de toutes les commandes concernant des tirages à moins de 1 000 exemplaires.

2.1.2.11 Papiers muraux, papiers décoratifs et pellicules à base de papier pour l'industrie du meuble et du pelliculage

Différents procédés sont utilisés pour imprimer les revêtements muraux, la gravure (similaire à l'héliogravure d'emballage, voir Section 2.2.3.6) et la flexographie ayant largement remplacé l'offset. Beaucoup de produits sont aussi gaufrés, et il est assez commun de voir des combinaisons des trois procédés utilisées sur le même rouleau de revêtement mural.

Beaucoup d'imprimeurs utilisent la même gamme d'encres pour imprimer à la fois les papiers enduits de vinyle et les papiers ordinaires par héliogravure et flexographie. Une ou deux sociétés ont récemment commencé à introduire des encres à base d'eau, mais elles sont toujours en minorité, les procédés nécessitant de plus amples développements pour la plupart des produits.

Certaines sociétés spécialisées utilisent la sérigraphie pour les tirages courts et coûteux de revêtement muraux.

2.1.2.12 Enveloppes

Les enveloppes peuvent être imprimées par flexographie pour l'intérieur, et utilisent des encres à base d'eau ou de solvants pour l'extérieur. L'impression, le collage et le découpage à la forme peuvent être réalisés en même temps sur une bobine. Autrement, des enveloppes peuvent être « pré-imprimées » par offset, et les feuilles imprimées ou les bobines imprimées sont découpées à la forme après impression. De plus, l'enveloppe finale peut être imprimée à l'extérieur par offset feuille à feuille en utilisant des encres traditionnelles ou UV [76, TWG, 2004].

2.2 Procédés et techniques appliqués pour l'impression

Les procédés de production dans la production graphique sont schématisés à la Figure 2.1. Le procédé d'impression peut être divisé en quatre domaines principaux : les systèmes de pré-presse et d'épreuve, l'impression du support de l'image et la finition, qui sont présentés dans les sections suivantes. De ces quatre procédés, le procédé d'impression est celui qui a l'impact environnemental le plus significatif : les autres sont des activités associées et sont expliqués en termes généraux pour donner une idée claire des imprimeries [76, TWG, 2004, 128, TWG, 2005].

2.2.1 Systèmes de pré-presse et d'épreuve

Les procédés de pré-presse incluent le traitement des textes et des images. Il est assez similaire pour toutes les technologies d'impression. À l'heure actuelle, il est réalisé surtout électroniquement. Une fois que le format désiré et les images sont assemblés, les données peuvent être transférées de l'une des deux manières suivantes :

- * exposées sur un film photographique. L'émulsion photographique sur le film est composée d'halogénures d'argent et de gélatine. Le film exposé est développé, fixé et rincé dans des machines automatiques. Cette méthode est de moins en moins utilisée ; elle est surtout utilisée lorsque le film est le produit fini de l'étape de pré-presse
- * numériquement. Cette méthode est en train de s'imposer [76, TWG, 2004].

Une épreuve imprimée est souvent réalisée pour vérifier le procédé de reproduction. À l'heure actuelle, les épreuves peuvent être réalisées directement à partir des données de l'ordinateur affichées sur l'écran ou être imprimées avec une imprimante à jet d'encre ou laser [21, Nordic Council of Ministers, 1998].

Les solvants organiques ne sont pas utilisés dans le procédé de pré-presse et il n'y a généralement pas d'autres émissions dans l'air. Les émissions dans l'eau provenant du procédé de pré-presse peuvent être des composés d'argent dans l'eau de rinçage, du révélateur usé ou du fixateur et du chrome provenant des produits chimiques de nettoyage [21, Nordic Council of Ministers, 1998].

2.2.2 Création du support de l'image : plaques d'impression, cylindres, pochoirs et exposition directe des plaques (CTP)

Les supports d'image sont utilisés dans les procédés d'impression pour transférer l'encre d'impression directement ou indirectement (les procédés offset transfèrent l'encre indirectement) sur le substrat (papier, carton, plastique, etc.). Ils sont généralement réalisés par copiage des films sur des couches sensibles à la lumière sur les plaques d'impression, les cylindres ou les écrans, respectivement. Avant cela, les films doivent être montés de manière à correspondre à la taille de la forme d'impression et à la feuille ou à la bande d'impression. La forme d'impression doit être développée ou révélée, et parfois gravée ou préparée, avant qu'elle ne soit prête pour l'impression.

Les nouvelles technologies permettent de produire des formes d'impression directement à partir de l'ordinateur sans procédé photochimique et les films photographiques ne sont plus nécessaires. Le procédé est connu sous le nom d'exposition directe des plaques (CTP) [21, Nordic Council of Ministers, 1998].

Le dégraissage, la gravure chimique et la galvanoplastie sont des techniques utilisées sur les cylindres dans le procédé de gravure et sont présentés dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006]. Le BREF STM présente aussi l'application et la mise en forme des photopolymères qui sont utilisés lors des conceptions des impressions dans la production de circuits imprimés.

Typographie et flexographie

Les plaques d'impression utilisées en impression par typographie sont composées de photopolymère qui sont réticulés et durcis lors de l'exposition à la lumière UV [76, TWG, 2004]. Alors que certaines plaques doivent encore être traitées en utilisant des solvants, la plupart des systèmes sont basés sur des méthodes à base d'eau et des jets d'air [4, Intergraf and EGF, 1999].

L'émission et la mise en forme de l'image pour le procédé flexographique sont les mêmes que pour la typographie, mais les photopolymères utilisés sont plus souples. Ils peuvent aussi être en caoutchouc.

Lithographie, offset

Les plaques d'impression sont en général enduites d'aluminium avec un revêtement photosensible, bien que la base puisse être en plastique ou en papiers spéciaux. L'image est formée photochimiquement, une partie de la surface de la plaque étant traitée pour recevoir de l'encre dans les zones (d'image) adéquates. Les zones non-imprimantes sont « mouillées » avec de l'eau ou un mélange d'eau et de solvant appelé solution de mouillage, qui rejette l'encre. Le procédé offset sans eau utilise des plaques spéciales qui disposent d'une surface refusant l'encre qui est retirée photochimiquement dans les zones imprimantes.

Gravure

Le cylindre utilisé dans l'impression par héliogravure consiste en une base en acier qui est plaquée en cuivre (des informations complémentaires sont données dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006]). L'image est alors gravée dans le cuivre, généralement par des machines électromécaniques ou de gravure laser. Une minorité de cylindres est encore réalisée par des méthodes traditionnelles photographiques ou de gravure à l'eau forte. Le cylindre est dégraissé, désoxydé et poli. Après cela, une fine couche de chrome dur est électrodéposée sur le dessus pour protéger l'image dans le cuivre plus souple. Le chrome est déposé par électrolyse dans un bain contenant de l'oxyde de chrome et de l'acide sulfurique (voir le BREF STM [59, EIPPCB, 2006]). Encore une fois, après le chromage, le cylindre est poli [76, TWG, 2004].

La production du cylindre est lente et coûteuse comparée à d'autres méthodes d'impression, et le cylindre est lourd et difficile à manipuler. Il n'est donc utilisé dans l'impression par héliogravure que pour les longs tirages, les presses à sécheur thermique pouvant parvenir à une qualité similaire. Dans l'héliogravure d'emballage, l'alternative (la flexographie) ne parvient pas à obtenir une qualité aussi bonne, et les tirages peuvent souvent se répéter en utilisant les mêmes cylindres. [128, TWG, 2005]

Sérigraphie

Le support de l'image est un pochoir porté par une toile synthétique soigneusement étirée sur un cadre. Le support de l'image est appelé écran.

La production de pochoirs écrans se divise en quatre catégories principales : les pochoirs découpés manuellement, les pochoirs découpés électroniquement, les pochoirs photomécaniques et la méthode directe.

Dans la première de celles-ci, le pochoir est découpé manuellement avec un scalpel aiguisé dans du matériau de masquage doublé d'adhésif. La seconde méthode est un développement de celle-ci, où le pochoir est découpé par des techniques contrôlées par ordinateur. La maquette générée par ordinateur ou manuellement est numérisée, la tête de dessin dirigeant une lame de découpe ou un stylet pour créer des pochoirs complexes et précis du matériau de masquage. Alors que l'utilisation de cette dernière méthode augmentera sans aucun doute l'automatisation par ordinateur, la méthode principalement utilisée actuellement est le pochoir photomécanique.

Avec les pochoirs photomécaniques, le matériau sensible à la lumière est exposé à une image positive opaque, les zones non-imprimantes touchées par la lumière sont durcies et rendues insolubles. Les zones de l'image non exposées sont dissoutes pour obtenir des zones inversées de pochoir ouvertes et claires.

Avec la méthode directe, l'écran est enduit d'une émulsion photosensible et l'image est projetée directement sur le photopochoir à partir d'une source de lumière UV. Après exposition, l'image est nettoyée de la même manière que pour les autres méthodes. Cela évite la génération d'une image positive opaque [76, TWG, 2004].

2.2.3 Impression

Une fois le support de l'image monté dans la presse, l'impression peut démarrer.

2.2.3.1 Typographie et typo-report

[4, Intergraf and EGF, 1999] [21, Nordic Council of Ministers, 1998]

La typographie et le typo-report sont (comme la flexographie) des méthodes d'impression en relief, où l'image est surélevée par rapport aux zones non-imprimantes. Le typo-report était principalement utilisé dans le procédé d'impression jusqu'au début des années 70 où la lithographie offset et d'autres procédés l'ont remplacé pour diverses raisons, dont des vitesses plus rapides, une meilleure qualité et des coûts unitaires inférieurs. De nos jours, les blocs de bois et les caractères en métaux ont été remplacés par une plaque en plastique en relief, qui est obtenue par exposition d'un film négatif à la lumière, la lumière durcissant la plaque dans les zones de l'image et les zones non durcies étant dissoutes. Le typo-report à plat a des usages limités pour une gamme de tâches d'impression généralistes à tirages courts.

Le typo-report est un procédé flexographique indirect. L'image est transférée à un blanchet en caoutchouc (comme dans l'offset) et ensuite sur l'objet à imprimer. Il est utilisé pour l'impression de canettes de boissons, souvent avec des encres à base de solvants (voir le Chapitre 15) [76, TWG, 2004].

Les opérations de nettoyage sont réalisées principalement à la main avec les mêmes matériaux de nettoyage que ceux utilisés dans les procédés offset.

2.2.3.2 Flexographie

[4, Intergraf and EGF, 1999] [128, TWG, 2005]

L'impression flexographique utilise l'impression directe sur rotative avec des plaques en relief résilientes comme le caoutchouc ou, plus souvent de nos jours, des photopolymères et des solvants à séchage rapide ou des encres à base d'eau.

La flexographie est presque exclusivement un procédé à bobine ou sur rotative. C'est une méthode d'impression simple, généralement avec un système d'impression d'encrage aisé utilisant un cylindre distributeur sur une surface brute.

Des presses d'impression flexographique spécialement conçues produisent désormais une grande gamme de produits imprimés. Ce procédé est particulièrement adapté pour les impressions sur rotatives à longs tirages, et est très adaptable à une large gamme de substrats – du papier fin au carton ondulé lourd, de la cellophane fine aux feuilles, vinyles et pellicules flexibles et épaisses. Les applications principales du procédé sont l'emballage souple, les cartons pour les liquides, certains journaux, les livres brochés, les étiquettes, les sacs en papier/plastique, les cartons/emballages et les revêtements muraux.

Les imprimeries produisant et imprimant du carton ondulé utilisent des presses feuille à feuille. Le carton ondulé est découpé en feuilles rigides qui traversent horizontalement toute la presse. Les presses sont soit des « presses inférieures » ou des « presses supérieures », c'est-à-dire qu'elles impriment la face inférieure ou supérieure du substrat.

Unité d'encrage

Plusieurs produits et substrats différents peuvent être imprimés sur la même presse et, donc, les encres peuvent devoir être changées régulièrement. Les encres d'emballage alimentaire ont changé au fil des années, de celles basées sur des solvants aromatiques aux aliphatiques actuellement, c'est-à-dire du toluène et du xylène à l'éthanol et l'acétate d'éthyle. Ces encres sèchent par évaporation ; cependant, des encres UV sont aussi utilisées [76, TWG, 2004].

L'encre a une faible viscosité, est fluide et traditionnellement contenue dans un bac à encre d'où elle est prélevée par un rouleau d'encrier rotatif en caoutchouc. Le rouleau d'encrier transporte ensuite l'encre au rouleau doseur. L'encre en excès est retirée du rouleau doseur avec une lame d'encrier avant d'être transférée sur la plaque d'impression.

Un système plus moderne est la chambre à racles, où le réservoir d'encre est connecté à une fontaine depuis laquelle l'encre alimente directement le rouleau doseur (en anilox). Comme l'encre circule par des pompes dans une construction de type boîte, le transfert de l'encre sur le rouleau anilox est indépendant de la vitesse de la presse. Deux lames d'encrier, connectées à l'alimentation, sont ajustées fermement au rouleau anilox.

Rouleau doseur (anilox) d'encre

Dans une presse flexo, l'encre est transférée de la fontaine d'encre à un rouleau doseur (anilox) d'encre. Le rouleau doseur est en céramique et couvert de cellules par lesquelles l'encre est dosée vers la plaque d'impression ; la quantité dépend de la profondeur et de la structure des cellules, de la formation du modèle et du comptage de l'écran. Les cellules peuvent être gravées mécaniquement ou au laser, et regravées si nécessaire.

Cylindre porte-plaque

Le cylindre porte-plaque est généralement un cylindre en acier sur lequel les plaques d'impression sont montées avec un adhésif double-face. Les plaques flexographiques sont généralement composées de polymères ou de caoutchouc sensibles aux UV, et sont résilientes et flexibles, ce qui a donné son nom à cette technique.

Cylindre d'impression

Les machines de flexographie peuvent être conçues en séries d'unités ou en forme compacte. Dans la construction en séries, chaque unité d'impression dispose de son propre cylindre d'impression et elles sont alignées en longueur l'une derrière l'autre. Dans la forme compacte, plusieurs unités d'impression (jusqu'à un maximum de huit) sont placées de chaque côté ou, dans le cas de petites presses, accrochées d'un côté (type porte-à-faux) d'un cylindre d'impression central. Ce système est aussi connu sous le nom de presse satellite [76, TWG, 2004]. La Figure 2.2 présente une presse flexographique huit couleurs avec un cylindre d'impression central (presse satellite).

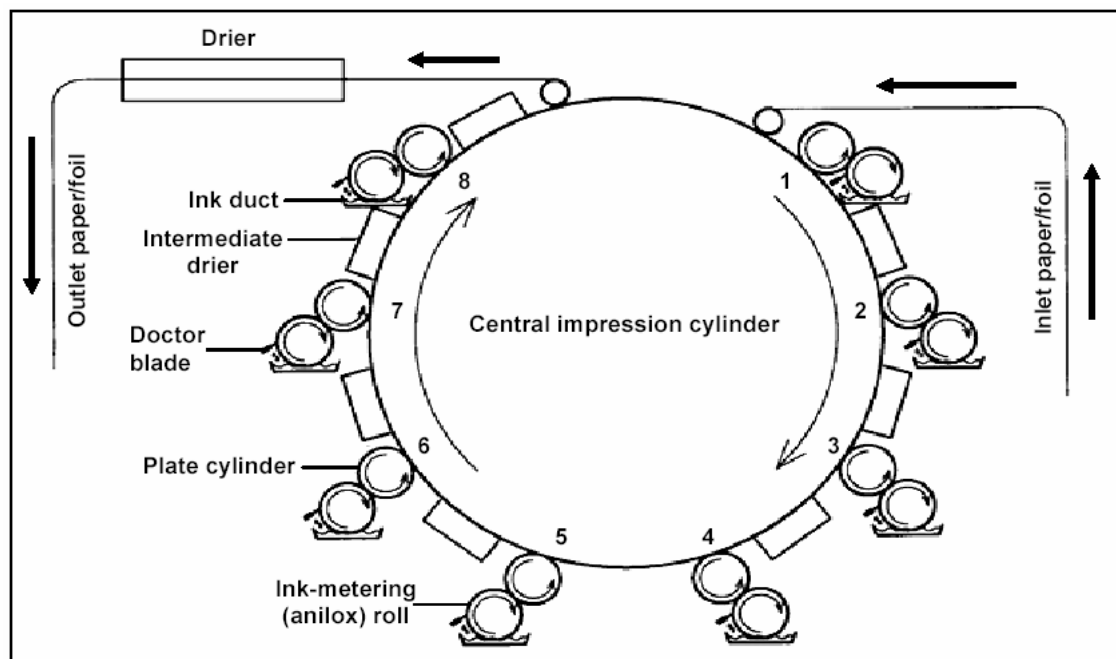


Figure 2.2 : Presse flexographique huit couleurs avec un cylindre d'impression central (presse satellite)
[35, Aminal, et al., 2002]

Nettoyage

Le nettoyage des plaques d'impression et des pièces des machines est réalisé avec des solvants similaires à ceux présents dans les encres ou les vernis. Le nettoyage à ultrasons et le nettoyage par poudre sous haute pression peuvent être utilisés pour les contaminations persistantes.

2.2.3.3 Offset : généralités

[4, Intergraf and EGF, 1999] [128, TWG, 2005]

L'impression offset est une technique d'impression à plat, c'est-à-dire que les zones image et non-image sont sur le même plan que le support d'image. Les zones non-imprimantes sont préservées de l'encre car elles la repoussent, alors que les zones imprimantes sont réceptives à l'encre. Ceci est rendu possible par le fait que l'encre offset est basée sur de l'huile et que les zones non-imprimantes sont conservées propres par de l'eau ou des solutions à base d'eau, l'eau et l'huile n'étant pas miscibles. Les additifs à l'eau sont

en général de l'alcool isopropylique (IPA) ou des substituts/extendeurs de l'alcool isopropylique, etc. Cependant, l'impression sans eau est aussi possible, lorsque les zones non-imprimantes sont préservées de l'encre par un revêtement répulsif à l'encre [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [11, IMPEL, 2000,76, TWG, 2004].

L'offset est actuellement le procédé d'impression le plus couramment utilisé, grâce à sa polyvalence, sa vitesse, sa qualité et la rentabilité atteinte par une série de développements des plaques étendant leur durée de vie par le procédé offset, des matériaux améliorés permettant une meilleure qualité et une facilité d'utilisation avec la photocomposition.

Les machines offset sont disponibles en différentes tailles, de la petite presse offset feuille à feuille qui imprime en A3 aux grandes presses feuille à feuille de 1200 x 1600 mm ou plus traitant beaucoup de couleurs à la fois, en passant par les grandes rotatives imprimant sur du papier de deux mètres de large à très grande vitesse. La polyvalence du procédé permet la production d'une importante variété de produits imprimés [76, TWG, 2004].

Les rotatives modernes sont construites avec huit unités qui permettent non seulement d'imprimer huit couleurs sur une face du substrat, mais aussi d'imprimer quatre couleurs sur chaque face en un seul tirage. Les presses modernes sont aussi construites pour répondre à la demande d'automatisation des procédés et les nouvelles presses sont livrées équipées de systèmes de nettoyage automatique des plaques, des blanchets et des cylindres d'impression, de systèmes automatiques de changement des plaques, etc. [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [76, TWG, 2004].

Selon le type de procédé d'impression, le substrat ou les produits imprimés, le procédé offset est divisé en sous-procédés [11, IMPEL, 2000] [76, TWG, 2004] :

- * offset feuille à feuille
- * offset sur rotative à sécheur thermique
- * offset coldset.

Les encres offset utilisées en offset feuille à feuille et en offset coldset sèchent par adsorption dans le papier et par oxydation. Avec les papiers glacés en particulier, l'adsorption est trop lente pour les presses modernes à impression rapide. Les rotatives modernes à grande vitesse, sur lesquelles du papier non-adsorbant est imprimé, sont par conséquent équipées de systèmes de séchage à air chaud forcé ; ces procédés d'impression offset sont dits « à sécheur thermique ».

Unité de mouillage

[4, Intergraf and EGF, 1999] [128, TWG, 2005]

Le rôle de l'unité de mouillage dans une machine offset est d'humidifier la surface des plaques d'impression avec un film uniforme durant l'impression, de manière à ce que lorsque l'encre arrive, elle n'adhère à la plaque que sur les zones image.

Les unités de mouillage de film sont les plus couramment utilisées. Elles appliquent un film fin de solution de mouillage sur la plaque en utilisant une série de cylindres qui distribuent le liquide de manière contrôlée et régulière.

Cette unité de mouillage fonctionne soit avec de l'eau, soit, dans plusieurs cas, avec une solution d'eau-alcool isopropylique (ou dans certains cas, de l'éthanol. Il est à noter que l'éthanol a un PFO plus élevé ; voir Section 20.10.2) et utilise les propriétés technologiquement favorables (pour l'impression) de l'IPA. Les solutions acides à base d'IPA (avec un pH généralement situé entre 4 et 5,5) améliorent l'action de désensibilisation dans les zones non-image et conservent leurs propriétés hydrophiles. Les autres additifs couramment utilisés sont : la gomme arabique, les inhibiteurs de corrosion, les stimulateurs de séchage, les agents anti-mousse, etc. [21, Nordic Council of Ministers, 1998].

L'IPA a une tension de surface inférieure à l'eau et, par conséquent, a la capacité de mouiller la plaque plus efficacement. Le procédé est complexe, mais de manière empirique, il est généralement accepté qu'un film plus fin de la solution de mouillage puisse par conséquent être déposé sur la plaque, ce qui permet une meilleure maîtrise, en particulier pour les tâches d'impression de grande qualité. La période de configuration peut être réduite, ainsi moins de papier est gaspillé. L'impression peut être plus précise, et moins d'eau sur la plaque signifie moins de problèmes avec l'étrépage du papier.

Le domaine d'application de l'IPA dépend des pays, de la marque et du modèle de la presse, du type de papier et de la difficulté de la tâche. L'IPA s'évaporant plus rapidement que l'eau, les unités de circulation pour la solution de mouillage et le dosage de l'IPA ou de l'éthanol sont, dans beaucoup de cas, ajustés avec une unité de refroidissement afin de réduire l'évaporation. La solution de mouillage est pompée en continu vers la presse et l'excès retourne au réservoir via un trop-plein. La concentration d'IPA dans le réservoir est mesurée en continu. De l'IPA est ajouté automatiquement lorsque la concentration diminue.

Unité d'encrage

[4, Intergraf and EGF, 1999]

L'unité d'encrage des presses offset varie avec la taille de la presse et la tâche pour laquelle elle est conçue. Les grandes presses et celles conçues pour imprimer des tâches de qualité sont susceptibles de disposer de plusieurs rouleaux dans la batterie d'encrage pour assurer une répartition uniforme de l'encre (plus de 20 rouleaux n'est pas inhabituel). Trois ou plus de ceux-ci appliquent en fait l'encre sur la plaque, la quantité d'encre appliquée étant ajustable sur tout point de la largeur de la plaque en tournant les vis d'encre à la main ou, de plus en plus de nos jours, celles-ci peuvent être contrôlées par ordinateur.

Les rouleaux sont composés de différents matériaux ou couverts de différents matériaux, comme de l'acier, du caoutchouc synthétique ou du polyuréthane. De temps à autre, l'encre doit être retirée par nettoyage.

Le séchage peut être accéléré par chauffage infrarouge ou, alternativement, des encres spéciales peuvent être utilisées qui sont durcies par des rayons ultraviolets [4, Intergraf and EGF, 1999].

Nettoyage

Selon l'image imprimée, le substrat et l'encre utilisés, les débris de papier comme la poussière et les peluches, et les constituants de l'encre d'impression peuvent s'accumuler sur le blanchet en caoutchouc. La qualité de l'impression décline alors, la surface du blanchet doit donc être nettoyée. Dans les machines de formats inférieurs ou intermédiaires, le nettoyage est réalisé manuellement, principalement avec des chiffons et des agents de nettoyage. Dans le cas de machines feuille à feuille plus grandes, l'utilisation d'unités de nettoyage automatique du blanchet (avec des programmes de nettoyage) est en augmentation.

Évidemment, l'image doit être retirée du blanchet entre les tâches. Pour le nettoyage manuel et le nettoyage automatique du blanchet, des hydrocarbures et de l'eau (pour retirer les débris de papier solides du blanchet en caoutchouc) sont principalement utilisés. Les agents de nettoyage sont surtout des hydrocarbures naphéniques et aliphatiques. De plus en plus, des hydrocarbures à haut point d'ébullition avec un point d'éclair $> 100^{\circ}\text{C}$ et des esters d'huile végétale et/ou un mélange d'hydrocarbures et d'esters d'huile végétale sont utilisés.

Lorsqu'un tirage (ou un quart de travail) est terminé et que la prochaine tâche d'impression nécessite l'utilisation d'encres différentes, le nettoyage des unités d'encrage (les cylindres d'encre, les conduits d'encre) et des unités d'impression (les cylindres d'impression, etc.) est nécessaire. Dans le cas d'encres d'impression à séchage par oxydation, cette tâche de nettoyage peut aussi être nécessaire à la fin de chaque quart de travail. Pour nettoyer les rouleaux encrueurs, des agents de nettoyage sont pulvérisés dessus et les résidus du nettoyage sont essuyés. Les machines feuille à feuille de conception moderne sont de plus en plus équipées d'unités de nettoyage automatique. Le nettoyage des conduits d'encre est réalisé soit manuellement, soit dans des unités de nettoyage spéciales, généralement avec les mêmes matériaux que ceux utilisés pour le nettoyage du blanchet [76, TWG, 2004].

2.2.3.4 Offset feuille à feuille

[128, TWG, 2005]

Le procédé offset feuille à feuille est généralement utilisé pour des volumes d'impression allant jusqu'à 20 000 impressions, la valeur moyenne étant approximativement de 7 000. La capacité d'impression d'une presse feuille à feuille moderne est de 15 000 impressions ou plus par heure. L'offset feuille à feuille est surtout utilisé pour l'impression sur papier, et tout type de papier peut être utilisé. Des cartons monocouches ou multicouches sont imprimés en offset feuille à feuille pour les boîtes pliables. Même le carton enduit de plastique et les feuilles en plastique épais peuvent être imprimés, et les plaques en étain pour boîtes en métal sont imprimées dans des presses offset spéciales [21, Nordic Council of Ministers, 1998].

Une unité d'impression dans une presse offset feuille à feuille est composée des cinq parties principales suivantes :

- * l'unité de mouillage
- * le dispositif d'encrage
- * la plaque
- * le blanchet
- * l'unité d'impression.

Le système le plus courant pour les machines feuille à feuille est l'unité d'impression à trois cylindres, comme présenté à la Figure 2.3.

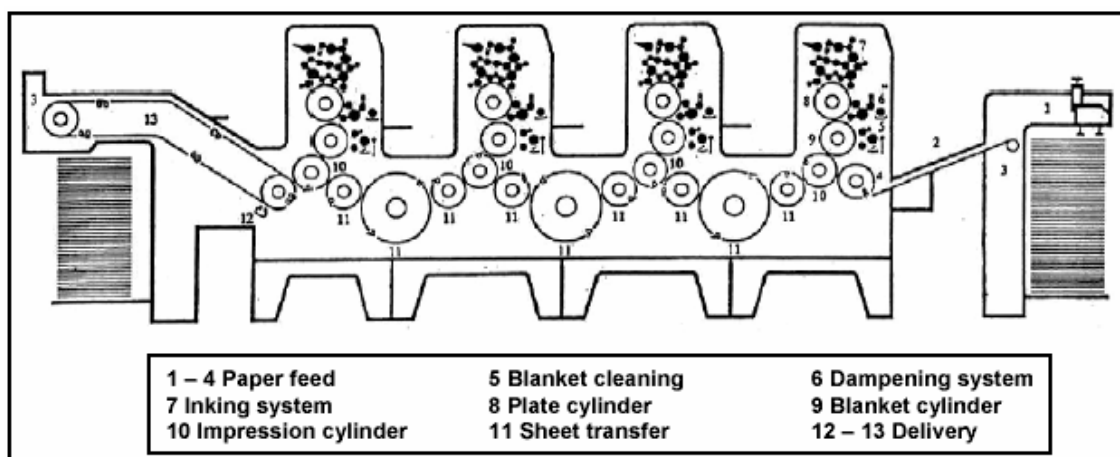


Figure 2.3 : Schéma d'une presse offset feuille à feuille A4 couleur avec quatre unités d'impression à trois cylindres

[21, Nordic Council of Ministers, 1998] [4, Intergraf and EGF, 1999]

Les encres utilisées pour les tâches feuille à feuille sont toujours épaisses, des pâtes huileuses qui sèchent par adsorption dans le papier et parfois par oxydation et par conséquent n'ont pas d'émissions. Les constituants basiques des encres offset sont des pigments, des liants, des solvants et des additifs. De plus, certaines substances sont ajoutées aux encres pour ajuster leurs propriétés [21, Nordic Council of Ministers, 1998]. Le liant est le principal constituant de l'encre offset et a pour fonction de transférer le pigment de l'encre dans une fine couche de particules sur le système de cylindre du dispositif d'encrage et sur le substrat [76, TWG, 2004].

Les solutions de mouillage utilisées dans les procédés offset feuille à feuille sont similaires à celles utilisées dans l'impression offset à sécheur thermique.

L'offset feuille à feuille sans eau fonctionne exactement comme son nom l'indique – il n'y a pas de mouillage de la plaque et le rejet de l'encre sur les zones non-image est permis par un revêtement en silicone qui est retiré des zones image. Dans de tels cas, l'unité de mouillage n'est pas utilisée ou elle est retirée de la presse. De nouvelles presses sont disponibles sans aucun équipement de mouillage [76, TWG, 2004].

2.2.3.5 Rotatives (offset à sécheur thermique et coldset)

Les rotatives qui impriment sur une bobine de papier peuvent être divisées en deux groupes – à sécheur thermique et sans sécheur (ou « coldset »), selon la méthode de séchage de l'encre. L'impression à sécheur thermique imprime sur des papiers couchés et non couchés, glacés et mats pour produire des magazines à grande distribution, des brochures touristiques et des catalogues, et il y a des émissions de solvant provenant des sécheurs. Le coldset est principalement utilisé pour les journaux et les imprimés commerciaux, imprimés sur des papiers absorbants non couchés, sans aucune émission provenant des encres. L'offset à sécheur thermique est présenté plus en détail dans ce document, mais le coldset ne l'est pas [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004].

Unité de mouillage

Telle que décrite ci-dessus, dans la Section 2.2.3.3

Unité d'encre et de séchage

Les encres utilisées pour les tâches sur rotatives à sécheur thermique sont séchées, comme leur nom l'implique, en utilisant des fours pour évaporer les solvants de l'encre, résultant en des émissions dans l'air. Dans ces fours, un courant d'air chaud entre 180 et 300 °C évapore entre 80 et 90 % des solvants qui ont un point d'ébullition entre 240 et 310 °C et fixe le film sur l'encre d'impression. Les cylindres de refroidissement refroidis à l'eau sont appliqués pour refroidir la rotative chaude après qu'elle ait quitté le four.

Nettoyage

Dans les machines d'impression offset sur rotative à sécheur thermique, les dispositifs de nettoyage automatique du blanchet sont désormais presque un équipement standard. Les presses feuille à feuille modernes sont de plus en plus équipées de dispositifs de nettoyage automatique de l'encre.

2.2.3.6 Héliogravure

[4, Intergraf and EGF, 1999] [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [11, IMPEL, 2000] [128, TWG, 2005]

En héliogravure, l'image est formée de petits creux sur la surface lisse d'un cylindre. Ce dernier consiste en une base en acier qui est cuivrée et revêtue d'une fine couche de chrome dur. Ce procédé a tendance à être plus spécialisé que l'impression en relief ou la litho, il est principalement utilisé pour de longs tirages, car les coûts de création du cylindre sont relativement élevés. Dans ce procédé, le cylindre est inondé d'encre et la surface est essuyée pour ne laisser de l'encre que dans les zones en creux de l'image.

L'héliogravure est utilisée pour l'impression de deux produits graphiques principaux : l'édition et les emballages souples (voir le Tableau 2.4). Les applications graphiques mineures sont les étiquettes, les papiers cadeaux, l'emballage en carton, les billets de banque et les timbres postaux. En dehors de l'industrie graphique, cette méthode est utilisée pour l'impression de papiers peints, d'imitations de bois (laminés) et d'imitations de carreaux pour les sols et les murs.

	Héliogravure d'édition	Héliogravure d'emballage
Largeur de la rotative	900 – 4320 mm	800 – 1400 mm
Unités d'impression	Souvent 8 unités, parfois 9 ou 10 unités	Généralement entre 6 et 10, souvent 8 unités en couleur + une unité de laquage
Vitesse de production	15 m/sec = 900 m/min	Généralement entre 250 et 300 m/min ; dépend aussi du diamètre des cylindres utilisés
Construction	Principalement 4 unités par face du papier	Les unités sont en ligne, chacune imprimant une couleur séparée sur la même face du substrat
Couleurs	Quatre encres dans 8 unités, cinq encres dans le cas de 9 ou 10 unités est possible	Toutes les couleurs, souvent aussi une base de blanc
Substrats	Papier	Papier, de nombreux types de films plastiques, du papier métallisé et du plastique, des feuilles aluminium ; souvent des substrats multi-matériaux et multicouches
Solvants utilisés	Du toluène > 99,9 % pur	Acétate d'éthyle, éthanol, MEC et autres. Principalement des mélanges en Europe du Nord et pur en Italie.
Techniques de réduction	Installation de récupération de solvant	Principalement incinération, la récupération de solvant existe principalement en Italie et sporadiquement ailleurs.

Tableau 2.4 : Différences entre les presses d'héliogravure d'édition et d'emballage

L'héliogravure d'édition est surtout connue comme étant capable de produire des couleurs de très grande qualité sur des papiers de qualités inférieures et moins chers. La largeur de la rotative peut varier entre 900 mm et 4320 mm, généralement avec huit unités imprimant quatre couleurs sur chaque face [37, CITEPA, 2003]. Le papier qui défile dans la presse peut atteindre une vitesse de 15 mètres par seconde.

La plupart des presses d'héliogravure d'emballage ont une largeur de rotative d'environ un mètre, ou parfois un peu plus. Elles impriment huit ou même dix couleurs sur un côté, chaque unité de la presse imprimant une couleur [37, CITEPA, 2003].

De nos jours, l'héliogravure est un procédé presque toujours sur rotative, bien qu'il existe des presses feuille à feuille pouvant imprimer jusqu'à 10 000 feuilles par heure. Celles-ci disposent de sécheurs à air chaud et ciblent des marchés spécialisés d'effets décoratifs de grande qualité utilisant des encres métalliques sur des papiers et des feuilles métalliques. Cependant, elles sont rarement utilisées de nos jours, probablement à cause des coûts élevés de réalisation du cylindre, qui rendent les longs tirages (sur rotative) plus économiques [4, Intergraf and EGF, 1999].

D'autres procédés similaires sont l'impression taille-douce et le gaufrage. Ceux-ci emploient le remplissage des zones de l'image en creux avec de l'encre, mais dans ces cas, l'encre est épaisse et sèche par oxydation et adsorption plutôt que par évaporation de solvant. La taille-douce est utilisée pour l'impression de billets de banques et d'autres documents de sécurité, alors que le gaufrage est utilisé pour le papier à en-tête.

Unité d'encre

[21, Nordic Council of Ministers, 1998] [37, CITEPA, 2003]

La vitesse élevée des presses d'héliogravure nécessite l'utilisation d'encres à séchage rapide, qui sont séchées entre les couleurs dans des sécheurs. Ainsi, dans l'héliogravure, les encres ont une viscosité faible et presque toutes sont basées sur des solvants. Les encres d'impression d'édition contiennent 50 % de toluène lorsqu'elles quittent l'installation. Une dilution est réalisée dans l'installation d'impression pour obtenir la concentration de toluène correcte : l'encre qui est prête à l'emploi contient entre 70 et 80 % de toluène. Dans les encres d'impression d'emballage, l'éthanol et l'acétate d'éthyle sont utilisés presque exclusivement. Les solvants sont évaporés par la chaleur et de l'air dans les sections de séchage, voir la Figure 2.4 qui montre que chaque unité d'impression est équipée d'un sécheur au sommet [76, TWG, 2004].

Toutes les installations dans l'héliogravure d'édition en Europe sont équipées d'adsorbants sur charbon actif qui récupèrent le toluène qui est évaporé [37, CITEPA, 2003]. Les presses sont généralement encapsulées. Le toluène récupéré est réutilisé soit sur site pour diluer l'encre, soit vendu au fournisseur d'encre. Les vapeurs de solvant provenant des encres de l'héliogravure d'emballage sont généralement incinérées, bien qu'en Italie, elles soient récupérées.

Les encres de gravure à base d'eau ne sont pas encore une réussite et, jusqu'à présent, elles sont seulement utilisées sporadiquement dans l'impression d'emballage. L'utilisation d'encres de gravure à base d'eau aux États-Unis a désormais cessé [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [76, TWG, 2004].

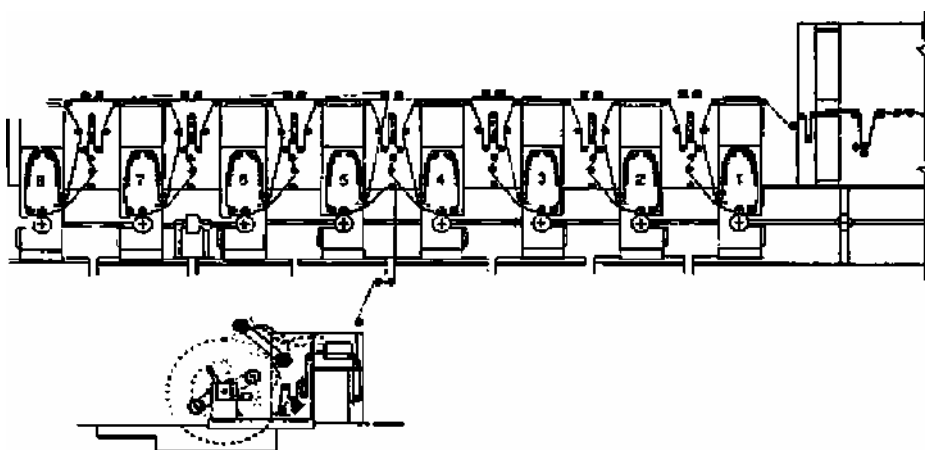


Figure 2.4 : Presse d'héliogravure d'édition 4 + 4 couleurs

Nettoyage

Les cylindres sont nettoyés automatiquement ou manuellement avec le même solvant que celui de l'encre. Si la tâche doit être répétée, les cylindres peuvent être gardés, sinon ils sont reconditionnés pour la prochaine tâche d'impression en remplaçant la couche de cuivre/chrome par une nouvelle couche [76, TWG, 2004].

2.2.3.7 Sérigraphie

[4, Intergraf and EGF, 1999] [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [128, TWG, 2005]

La sérigraphie est une forme de technique au pochoir, où l'encre passe à travers les éléments ouverts du pochoir pour se déposer sur le substrat à imprimer, voir la Figure 2.5.

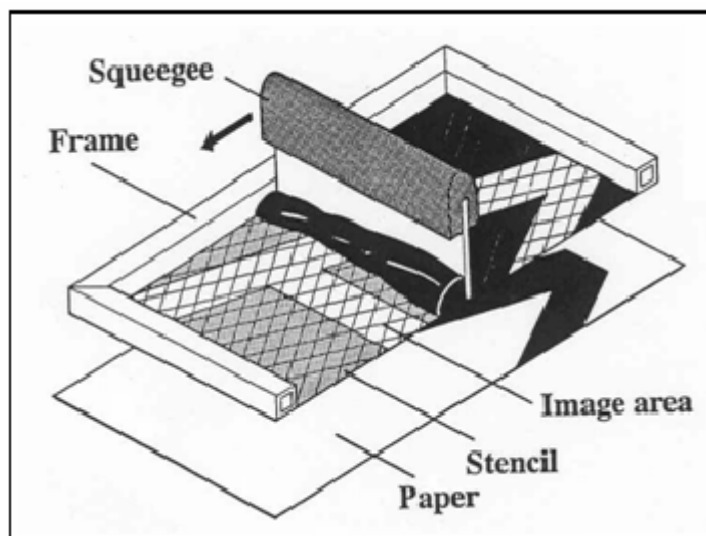


Figure 2.5 : Principe de l'impression au pochoir

Le procédé est très polyvalent, il peut ainsi être utilisé sur presque toutes les surfaces ou matières de toute taille, forme ou épaisseur, et non seulement avec toutes les matières habituelles de l'impression, mais aussi sur d'autres comme le métal, le bois, le plastique, le verre, le liège et le tissu.

La matière à imprimer est positionnée sous l'écran du pochoir en contact rapproché, le cadre est chargé d'encre et l'encre passe à travers les parties ouvertes du pochoir par une racle. La matière imprimée est raclee séparément afin d'améliorer le séchage par l'air ou elle passe dans un sécheur à air chaud lorsqu'une productivité supérieure est requise. Alternativement, le substrat est séché par exposition à une lumière ultraviolette.

Ce procédé peut produire des couleurs unies brillantes, ou des couleurs plus claires sur un substrat sombre. Les encres peuvent être formulées pour être opaques et cacher toute matière en dessous, ou transparente pour utiliser les combinaisons de couleurs disponibles par sérigraphie en demi-teinte. La sérigraphie est capable de déposer un film d'encre plus épais que tout autre procédé d'impression.

Les coûts de configuration faibles ont depuis toujours rendu ce procédé attractif pour les tirages courts, mais grâce à une automatisation en augmentation et des améliorations de procédé, c'est désormais un procédé majeur d'impression capable d'une grande qualité d'impression pour une gamme étendue de produits, du monochrome et des couleurs multiples spéciales aux procédés en quadrichromie.

La sérigraphie est surtout réalisée sur des presses feuille à feuille. La sérigraphie sur rotative est utilisée pour des produits comme les papiers peints.

Unité d'impression et d'encrage

Une gamme complète d'encres est utilisée pour correspondre à la grande variété de produits finis. Les encres contenant des solvants sèchent par évaporation de solvant. La sélection de solvants est déterminée par le liant, le substrat et la méthode de séchage. Les solvants classiques sont des hydrocarbures aromatiques ou aliphatiques, des éthers de glycol et des esters, des alcools et des cétones. La teneur courante en solvants organiques est de 50 % pour les trames de couleur et de 70 % pour les encres des procédés quadrichromes [76, TWG, 2004].

Des encres UV et à base d'eau sont aussi appliquées. Les encres à base d'eau contiennent des solvants organiques à partir de 5 % lorsqu'elles sont utilisées sur un substrat en papier jusqu'à 20 % lorsqu'elles sont utilisées sur des substrats en plastique.

Outre les pigments organiques normaux, quelques pigments inorganiques « lourds » sont encore utilisés. Certaines encres jaunes qui sont utilisées, par exemple pour l'impression sur PVC, peuvent contenir jusqu'à 25 % de chromate de plomb. Certaines couleurs rouges ou vertes sont basées sur du plomb. La Directive 76/769/CEE interdit la commercialisation et l'utilisation de ceux-ci ainsi que d'autres pigments dans l'UE (voir Section 1.2.3), à part pour des applications spécifiques limitées, comme les panneaux signalétiques routiers.

Nettoyage

Deux procédés de nettoyage distincts sont utilisés : le désencrage pour la réutilisation de l'écran avec la même image et le nettoyage du pochoir (« dé-revêtement ») pour remise en état de l'écran et réutilisation avec une nouvelle image.

2.2.3.8 Impression numérique

[4, Intergraf and EGF, 1999,21, Nordic Council of Ministers, 1998] [128, TWG, 2005]

L'impression numérique est une impression directe sur le substrat à partir d'informations numériques, sans utiliser de film et sans créer un support d'image séparé. Une propriété unique de ce procédé est qu'il est possible et rentable de changer l'image ou des parties de l'image sur chaque copie, afin de personnaliser le message et l'impression. Ces caractéristiques permettent une flexibilité considérable pour les tirages courts (entre 10 et 200 copies) et des changements rapides, à l'origine pour l'impression en noir et blanc, et désormais pour les tâches en couleur. Cependant, elle est aussi utilisée pour l'impression de produits de très grande distribution tels que les catalogues de pièces détachées, où une mise à jour très rapide des données est nécessaire [76, TWG, 2004].

Les « encres » utilisées dans ces machines sont des toners liquides ou secs. Les toners liquides sont tous des systèmes en deux parties, qui incluent le toner proprement dit sous forme de particules pigmentées et le support qui est un solvant volatil comme l'acétate d'éthyle, la méthyle éthyle cétone et les lactates d'éthyle et de butyle, dans lequel les particules sont en suspension pour la manipulation. Le toner est appliqué à la plaque et le liquide du support reste dans le système. Tout support restant avec le toner est évaporé dans la section de fusion de la machine. La plupart des presses modernes disposent d'un système de récupération du solvant, et le liquide est retenu dans le système pour recyclage.

Tous les toners secs sont composés d'une résine de base, de pigments, de modificateurs de charge, de colorants et d'autres produits essentiels. Les résines populaires sont les acrylates styroléniques et les polyesters, parfois mélangés. La résine est la partie fusible du toner, et c'est le liant qui donne de la consistance aux particules de résine. Le pigment peut être du noir de charbon dans les toners noirs, mais est souvent une teinture dans les toners de couleur. Les résidus de toner sec sont de la poudre plastique. Les déchets des toners liquides et secs contiennent de la poussière de papier, des fines argileuses ou de la poussière photoconductrice et de l'eau.

Dans le commerce, les imprimantes numériques à jet d'encre mesurent entre 1 et 10 mètres de large. Elles fournissent des impressions quadrichromes de qualité pour des tirages de 1 à 300. La longueur de l'impression peut varier de 1 à 30 mètres. Les imprimantes à jet d'encre sont aussi utilisées pour produire des « maquettes » avant de longs tirages utilisant d'autres formes d'impression. Elles sont capables d'imprimer sur du papier, du carton, des plastiques, des textiles et du métal (y compris des véhicules complets comme les bus, pour la publicité). Généralement les encres sont à base de solvants et contiennent des solvants volatils comme la méthyle éthyle cétone et les lactates d'éthyle et de butyle. Plus récemment des encres numériques UV sont apparues sur le marché [76 TWG, 2004].

Un type intermédiaire d'impression est aussi utilisé : l'image numérique est exposée sur une plaque d'impression déjà positionnée sur la presse (ou, dans le cas d'impressions multi-couleurs, plusieurs plaques sont positionnées en ligne). Ce procédé allie la flexibilité de l'image (la capacité de changer d'image à volonté) à la création d'une plaque, rendant ce procédé attractif pour les tirages de longueurs intermédiaires (supérieures à la longueur de tirage de rentabilité réelle d'une presse numérique mais inférieures à la rentabilité d'une presse traditionnelle). Ces presses utilisent les mêmes encres d'impression traditionnelles que les presses litho feuille à feuille.

2.2.3.9 Pelliculage et vernissage dans l'emballage souple

Les matériaux des emballages souples sont souvent des matériaux multicouches réalisés par pelliculage et avec un revêtement protecteur appelé vernissage. Les procédés sont techniquement similaires à l'impression par héliogravure d'emballage. Lorsqu'aucune image n'est imprimée, le substrat est

totalement recouvert (c'est-à-dire à 100 %). Des adhésifs et des résines à base de solvants, à base d'eau et chimiquement réactifs (à 2 composants) sont utilisés.

2.2.4 Finition

[4, Intergraf and EGF, 1999] [21, Nordic Council of Ministers, 1998]

(Pour l'emballage souple, voir Section 2.2.3.9, pelliculage et vernissage). Les services de finition d'impression sont fournis par les sociétés d'impression elles-mêmes et par un certain nombre d'imprimeries spécialisées et indépendantes (des imprimeries de finition d'impression uniquement).

Les services de finition les plus importants incluent la fabrication :

- * des livres par pliage, assemblage, brochage, reliure et rognage
- * des magazines, des tracts, des catalogues et des produits publicitaires imprimés (par exemple brochures, nuanciers, etc.) par pliage, assemblage, collage et reliure parfaite
- * d'autres matières imprimées, des papiers imprimés et des cartons (par exemple formulaires, étiquettes, emballages, calendriers) par pliage, perforation, gaufrage, collage et pelliculage.

Chacune de ces étapes impliquera un massicotage et un assemblage. Ces procédés mécaniques, ainsi que le pliage, la reliure et la perforation, n'utilisent pas de solvant et, par conséquent, ne sont pas décrits de manière plus approfondie dans ce document. Dans les procédés comme le collage et le pelliculage, en revanche, des produits à base de solvants sont parfois utilisés, et donc ceux-ci seront décrits avec plus de détails.

Pelliculage

Traditionnellement, la majorité du pelliculage était réalisée avec des systèmes à base de solvants, où le film enduit d'adhésif circulait dans un four pour faire évaporer le solvant avant d'être pressé sur la surface imprimée. De nos jours, des adhésifs à 2 composants sont utilisés, souvent de type époxy contenant des solvants comme l'éthanol et l'acétate d'éthyle, ou de type uréthane. Les émissions provenant de ces procédés sont significatives. Dans certains endroits, les vapeurs sont incinérées ou récupérées pour réutilisation. Des adhésifs à base d'eau ou sans solvants ou des adhésifs de pelliculage UV sont aussi appliqués [76, TWG, 2004].

Reliure avec des adhésifs (collage)

Le collage fait partie des nombreux procédés dans la reliure de livres et la finition d'impression. Pour le traitement du corps d'ouvrage et sa production, par exemple, pour les livres à couverture rigide, la reliure adhésive est la technique de reliure la plus couramment utilisée, pour les livres comme pour les brochures de plusieurs pages. La reliure adhésive est souvent appelée « reliure parfaite ».

Les adhésifs utilisés peuvent être basés sur des produits naturels ou être synthétiques. Ces derniers peuvent être de l'adhésif de dispersion, de l'adhésif à chaud ou du polyuréthane. Les produits naturels comprennent principalement des adhésifs à base d'amidon, des dextrines ou des colles animales.

Traditionnellement, la plupart des colles utilisées sont à base d'eau ou à chaud et certaines sont à base de solvants.

Vernissage

Le « revêtement », le « vernissage » et la « surimpression » sont des synonymes du revêtement qui est appliqué sur la surface imprimée à des fins de protection ou de décoration. Le vernis de surimpression est une encre incolore et transparente sans pigments. Les vernis sèchent par évaporation, oxydation ou sous UV, et ils peuvent être appliqués en ligne sur la presse ou sur une machine séparée [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [76, TWG, 2004].

2.2.5 Activités associées

D'autres activités peuvent se trouver associées à ces procédés, mais toutes les installations ne réalisent pas ces activités. Les activités suivantes sont des exemples clés d'activités associées, mais la liste n'est pas exhaustive. Certaines de ces activités sont décrites ailleurs dans ce document, d'autres non.

Procédés photographiques

Il s'agit toujours uniquement de noir et blanc. Il y a des déchets de fixateurs et de révélateurs, qui peuvent nécessiter un stockage et/ou un traitement avant d'être rejetés dans les eaux usées ou d'être éliminés comme déchets. De l'argent est susceptible d'être présent dans les solutions rejetées, mais peut être récupéré sur site et/ou envoyé hors site pour retraitement.

Production du support d'image

Les procédés d'impression sont définis en partie par la manière dont l'image est transportée vers le substrat (voir Section 2.1.1). Les types de supports suivants sont utilisés :

- * les plaques offset (pour l'offset sur rotative à sécheur thermique)
- * les plaques flexographiques (pour la flexographie)
- * les cylindres d'héliogravure (pour l'héliogravure d'emballage et d'édition)
- * les écrans (pour la sérigraphie).

Les techniques de galvanoplastie et les activités associées utilisées dans la préparation des cylindres d'héliogravure sont décrites dans le BREF STM.

Traitement des gaz résiduels

Les gaz résiduels sont contenus, collectés et fréquemment traités pour des raisons de santé et sécurité sur le lieu de travail (pour éviter les incendies et les explosions) et pour des raisons environnementales (pour réduire les émissions de COV). Les différents types de systèmes de traitement des gaz résiduels suivants sont couramment appliqués et sont décrits plus en détail à la Section 20.11 et à l'Annexe 24.9 :

- * incinération thermique
- * incinération thermique récupérative
- * incinération catalytique
- * incinération régénérative
- * adsorption avec récupération
- * traitement biologique.

Stockage des matières dangereuses et des déchets

Ces matières peuvent être nocives pour l'environnement et pour la santé et la sécurité professionnelle si elles ne sont pas stockées et manipulées avec précautions :

- * les matières premières inflammables comme les encres liquides (comme celles utilisées en flexographie, héliogravure et sérigraphie), les révélateurs, les fixateurs (à la fois avant et après la dilution), les solvants pour les solutions de mouillage, les extendeurs, la mise en place du procédé, le nettoyage, les solvants pour la récupération, ou le surplus de solvant récupéré pour la vente, le fioul, etc.
- * les déchets dangereux comme les chiffons usagés contenant des solvants et d'autres agents de nettoyage, les fixateurs et révélateurs usagés, les solvants de nettoyage usagés. En héliogravure, les déchets chimiques provenant de la préparation des cylindres d'impression.

Dans certaines installations, des réservoirs souterrains sont utilisés pour stocker le fioul et, dans certains cas, d'autres liquides comme les déchets de fixateurs et de révélateurs. Dans les grandes installations, des réservoirs souterrains peuvent être utilisés pour stocker l'encre (héliogravure d'édition) et les solvants (héliogravure d'édition et impression d'emballages souples). Les réservoirs peuvent disposer de conduits souterrains pour les connecter au bâtiment où ont lieu les procédés d'impression [4, Intergraf and EGF, 1999].

Des informations supplémentaires sur les types de stockage sont données dans la Section 20.2 ainsi que dans le BREF ESB.

Traitement des eaux usées

Les procédés d'impression peuvent générer des eaux usées lors de l'étape de création de l'image (développement/fixation) et du nettoyage, en particulier avec des encres à base d'eau ou lavables à l'eau. Les eaux usées peuvent être traitées avant leur rejet. Les techniques couramment appliquées sont la floculation, la précipitation et l'ultrafiltration, voir Section 20.12 [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003].

2.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels de l'impression

2.3.1 Présentation générale de l'industrie de l'impression

Une vue d'ensemble de l'industrie de l'impression est fournie dans les sections précédentes du Chapitre 2. Les consommations et émissions fournies dans cette section proviennent de l'échange d'informations sur les trois procédés les plus importants qui sont le plus susceptibles de dépasser le seuil fixé dans l'Annexe I (6.7) de la Directive IPPC. D'autres procédés d'impression peuvent être employés dans les mêmes imprimeries en tant qu'activités associées, ou dépasser occasionnellement le seuil.

2.3.2 Offset sur rotative à sécheur thermique

2.3.2.1 Bilans massiques – impression à sécheur thermique

En 1999, les résultats d'un inventaire parmi les imprimeries à sécheur thermique en Allemagne ont été rapportés. L'un des résultats de cet inventaire était que les données de performance provenant de différentes unités de différentes installations étaient comparées et utilisées pour simuler une imprimerie virtuelle qui pourrait satisfaire les exigences légales, en particulier celles de la DES. Cette imprimerie virtuelle n'existe pas, elle a été créée à partir des informations provenant d'unités performantes dans différentes installations existantes, qui représentent une bonne pratique et ont une bonne performance environnementale. Cette installation pourrait réellement exister.

Dans cette section sont rapportés les bilans massiques de l'imprimerie virtuelle théorique provenant de cet inventaire. Les imprimeries réelles peuvent beaucoup varier en ce qui concerne les paramètres de production, comme la consommation d'encre, la longueur du tirage, le type de papier, etc. [76, TWG, 2004]. Cependant il convient de noter, d'après le Tableau 2.5 [76, TWG, 2004], que :

- * le traitement des gaz résiduels fonctionne généralement entre 700 et 800 °C, et non à 900 °C
- * le pourcentage d'IPA n'est pas défini : m/m ou v/v.

Les données d'exploitation et les conditions de production de l'imprimerie virtuelle sont présentées dans les Tableaux 2.5 et 2.6. Les bilans massiques de cette imprimerie virtuelle offset à sécheur thermique sont présentés dans le Tableau 2.7 et la Figure 2.6 montre le bilan des COV.

Machines	<p>Machine 2 x 32 pages offset à sécheur thermique ; 4 unités de blanchet contre blanchet ; largeur de la rotative : 1260 mm ; circonférence du cylindre : 890 mm ; vitesse maximale de la presse 17 m/s ; vitesse moyenne d'environ 13m/s en tirage de production.</p> <p>Puissance totale consommée : 1 134 kW pour une vitesse de presse pouvant atteindre 14,8 m/s</p> <p>Consommation d'électricité à une vitesse de presse moyenne de 13 m/s : 996 kW dont environ :</p> <ul style="list-style-type: none"> * 2 x 470 kW pour la presse d'impression (2 x 295 kW pour le moteur ; 2 x 120 kW pour les moteurs auxiliaires (unité d'impression, agrégats auxiliaires, contrôle) ; 2 x 19 kW pour le jet d'air ; 2 x 30 kW pour les roulements, 2 x 6 kW pour l'unité de remouillage) * 2 x 6 kW pour le système de transport en bobine du papier * 2 x 91 kW pour le centre de refroidissement
Produits	Impression commerciale, par exemple suppléments publicitaires, journaux hebdomadaires
Substrat d'impression	Papier d'impression sur rotative avec un grammage moyen d'environ 60 g/m ²
Encre d'impression	Encre à séchage thermique (pression de vapeur < 0,01 kPa à 20 °C ; teneur en huile minérale = 35 % dont environ 90 % s'évapore dans le sécheur
Solution de mouillage	Eau (max 10 °dH), 8 % IPA, 3 % d'autres additifs de solution de mouillage
Sécheur	2 x combustion directe (gaz naturel), température (sortie de rotative du papier) : 120 à 140 °C, débit volumique des gaz résiduels d'environ 7200 Nm ³ /h (tirage de production à 13 m/s), ventilateur : 72 kW
Traitement des gaz résiduels	<p>1 x oxydation thermique régénérative (thermoréacteur), chambre de combustion à environ 900 °C, efficacité d'élimination des COV : 99 %. Température du gaz purifié en sortie de 140 °C ; récupération de la chaleur : 93 % de rendement thermique.</p> <p>Chauffage avec 2100 kW de gaz, fonctionnement normal 2 x 700 kW de gaz. 2 x 200 kW de besoin en électricité (ventilateurs) ; consommation d'électricité de 1900 kW/an, combustion auxiliaire d'env. 15 kW de gaz (à 13 m/s ; 1,2 g/m² d'encre par page)</p>
Agents de nettoyage	20 % du cylindre/blanchet pour le nettoyage manuel (100 % des COV ; pression de vapeur de 0,05 kPa à 20 °C) et 80 % du blanchet pour le dispositif de nettoyage (0 % de COV ; pression de vapeur < 0,01 kPa à 20 °C), des chiffons de solvant réutilisables (40 grammes de poids sec/article)

Tableau 2.5 : Données d'exploitation d'une imprimerie offset à sécheur thermique virtuelle [18, UBA Germany, 2003]

Production	3 quarts de travail sur 5,5 jours ouvrés, 290 jours travaillés x 24 h = 6700 heures annuelles de travail ; environ 30 % de temps de préparation et d'entretien, environ 70 % du temps en production => 4700 heures de production des presses
Produits	Environ 18 000 t/an d'impressions commerciales avec environ 20 000 t/an de papier en entrée et 500 t/an d'encre consommée
Solution de mouillage	Environ 1025 t/an ; consistant en 950 tonnes d'eau, 50 tonnes d'IPA et 25 tonnes d'autres additifs
Nettoyage	Environ 15 t/an (80 % pour le nettoyage intermédiaire, 20 % pour le nettoyage de base) et 100 000 chiffons.

Tableau 2.6 : Conditions de production d'une imprimerie offset à sécheur thermique virtuelle [18, UBA Germany, 2003]

Le bilan massique présenté ci-après dans le Tableau 2.7 est calculé pour l'imprimerie virtuelle décrite dans les Tableaux 2.5 et 2.6.

ENTRÉE	Quantité	Unité	Commentaires	SORTIE	Quantité	Unité	Commentaires
				Produits			
				Impressions commerciales	18000	t/an	Papier et encre
Matières premières				Déchets			
Substrat d'impression	20000	t/an		Papier/impressions manquées	2800	t/an	
Encres d'impression	500	t/an	Concentration d'huile minérale de 35 % dans l'encre, dont 85 à 90 % s'évapore dans le sécheur [76, TWG, 2004]	Résidus d'encre	6	t/an	Déchets d'encre et dans les chiffons de nettoyage, pas de COV
Solution de mouillage	950	t/an	Sans COV				
IPA	50	t/an	100 % de COV	Résidus de solution de mouillage	2	t/an	4 % de COV
Additifs à la solution de mouillage	25	t/an	5 % de COV				
Agents de nettoyage	15	t/an	80 % sans COV pour le nettoyage intermédiaire, 20 % pour le nettoyage de base	Mélange d'agents de nettoyage et d'eau	23	t/an	50 % de solvants à point d'ébullition élevé
Chiffons de nettoyage	100000	Articles/an	Généralement des chiffons réutilisables, au poids d'environ 40 g/article	Chiffons de nettoyage	100000	Articles/an	Contenant 1 t d'encre et 3 t d'agents de nettoyage avec 100 % de COV, dont 50 % s'évaporent de manière diffuse
Total de COV	203	t/an		COV dans les déchets	2	t/an	Dans les chiffons, les agents de nettoyage et les solutions de mouillage usagées
Énergie				Rejets gazeux			
Énergie totale	27100	MW h/an		Débit volumique	67,7 x 10 ⁶	m ³ /an	19 mg de COV/m ³
Énergie gazeuse	13700	MW h/an		COV dans le gaz purifié	1.3	t/an	
Énergie électrique	13400	MW h/an		NO _x dans le gaz purifié	2.7	t/an	40 mg de NO _x /m ³
<i>Dont : Presse d'impression</i>	8900	MW h/an		CO dans le gaz purifié	3.4	t/an	50 mg de CO/m ³
<i>Refroidissement</i>	1700	MW h/an		Diffus			
<i>Traitement des gaz résiduels</i>	700	MW h/an		COV diffus	47	t/an	23 %

Tableau 2.7 : Entrées et sorties d'une imprimerie à sécheur thermique virtuelle [18, UBA Germany, 2003]

Le bilan des émissions de COV de l'imprimerie virtuelle est présenté à la Figure 2.6.

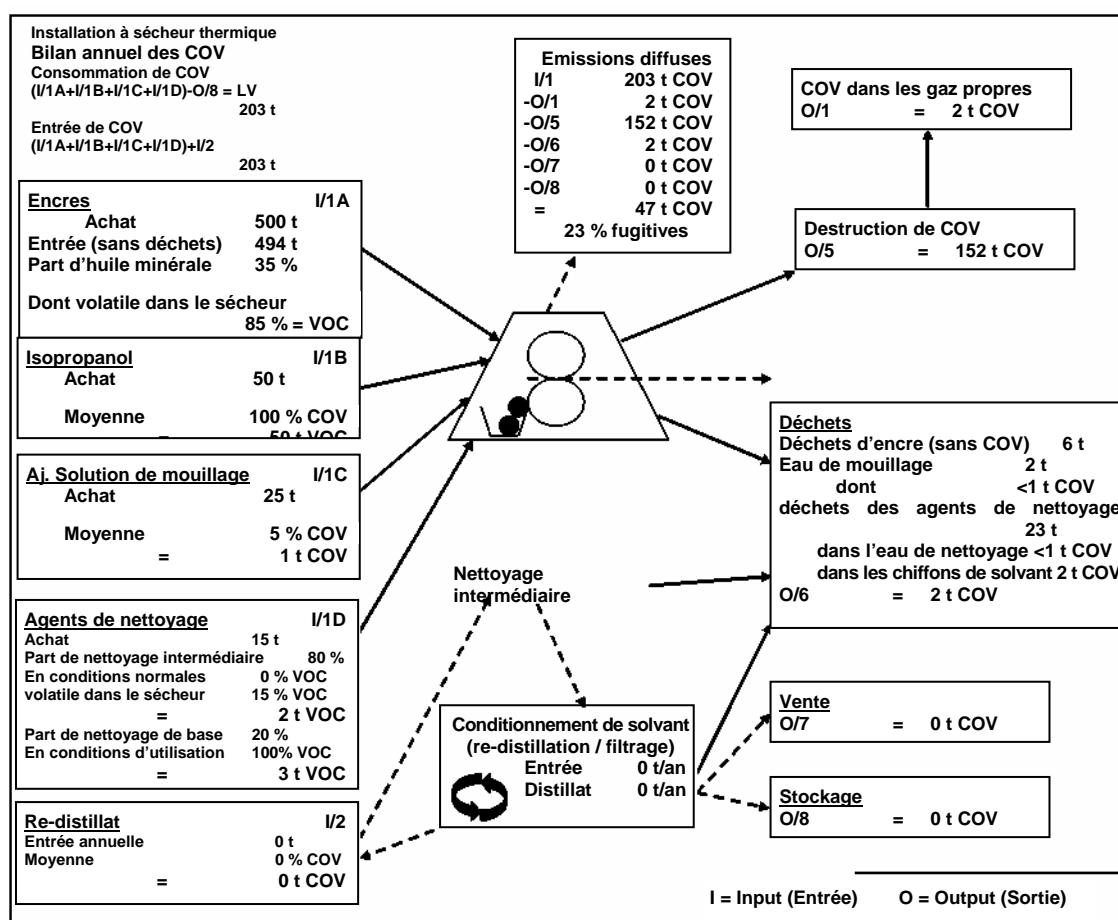


Figure 2.6 : Bilan des émissions de COV de l'imprimerie virtuelle
[18, UBA Germany, 2003]

Cependant, il convient de noter que la Figure 2.7 [76, TWG, 2004] :

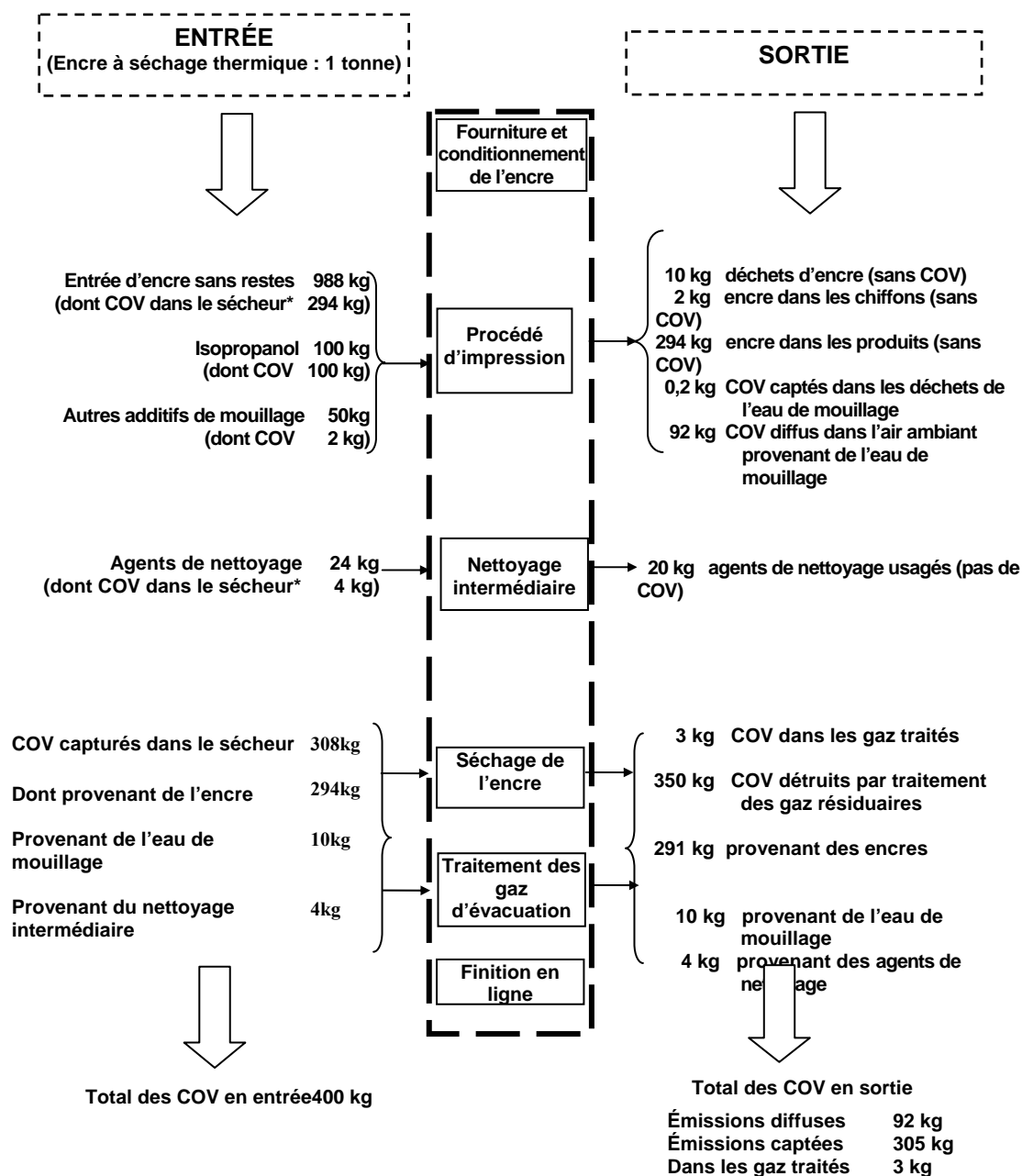
- * montre que la teneur en COV de l'IPA est considérée comme étant à 100 %, bien qu'elle puisse contenir 15 % d'eau
- * montre que dans l'impression à sécheur thermique, deux grandes presses (32 pages) rapides, travaillant en trois quarts de travail pendant 280 jours par an sont nécessaires pour dépasser une consommation de 200 t/an. La plupart des installations à sécheur thermique disposent soit de deux presses à 8 pages, soit d'une presse à 8 pages et de deux presses à 16 pages. Il est rare de trouver deux presses à 32 pages dans une même imprimerie.

Les imprimeries à sécheur thermique plus grandes que cette imprimerie virtuelle peuvent être composées de plusieurs unités d'impression qui sont similaires à celles de l'imprimerie virtuelle, bien que de plus en plus d'imprimeries soient équipées de presses ayant des largeurs de papier différentes. Les données spécifiques de consommation et d'émissions peuvent être tirées de l'imprimerie virtuelle. Cependant, les valeurs spécifiques de consommation et d'émissions dépendent fortement des produits fabriqués et augmenteront en fonction des paramètres suivants [76, TWG, 2004] :

- * un volume d'impression moins important
- * l'utilisation de davantage de couleurs spéciales ou un plus grand nombre de séquences de changement de couleur
- * des exigences extrêmement élevées en termes de qualité d'impression ou des images difficilement imprimables
- * une moins bonne qualité de papier.

Plusieurs bilans massiques théoriques ont été calculés à partir de l'imprimerie virtuelle. Les consommations et les émissions moyennes de COV pour une tonne d'encre utilisée sont présentées à la Figure 2.7. Les entrées moyennes de matériaux et les sorties moyennes de déchets de l'imprimerie virtuelle sont présentées à la Figure 2.8. Cependant, ces valeurs sont des valeurs moyennes, qui peuvent – selon les paramètres mentionnés ci-dessus – varier en pratique de +/- 10 % [76, TWG, 2004].

La Figure 2.7 montre que pour une entrée de 400 kg de COV, 308 kg sont captés et traités par oxydation thermique, donc 92 kg sont diffus, ce qui équivaut à 23 % de l'entrée de COV. Après traitement, 3 kg de COV sont encore présents dans les gaz résiduaux et émis, et le rendement du traitement des gaz résiduaux est de 99 %.



*part d'huile minérale qui est volatile dans les conditions d'utilisation

Figure 2.7 : Niveaux spécifiques de consommation et d'émissions de COV dans un procédé à sécheur thermique virtuel
[18, UBA Germany, 2003]

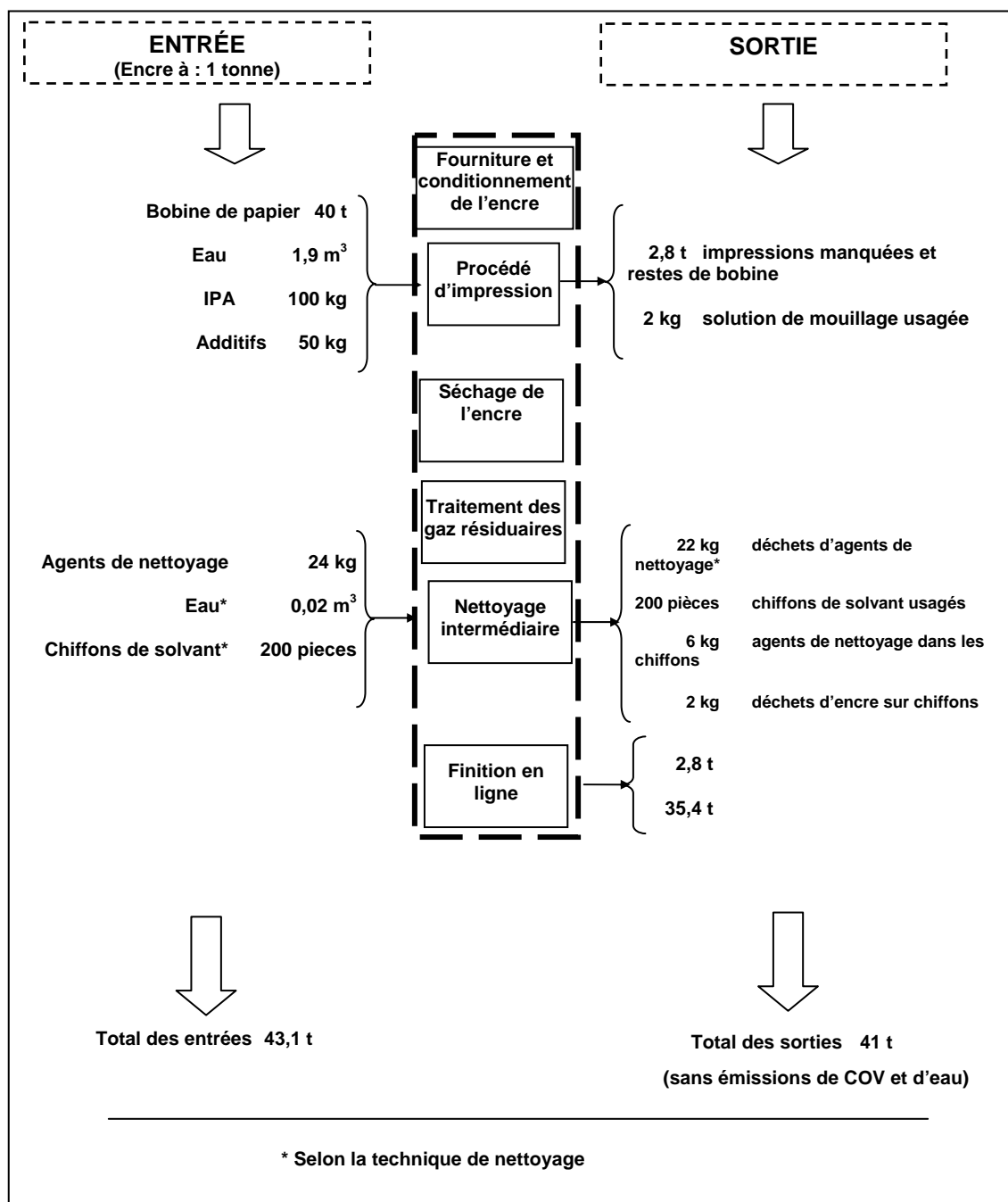


Figure 2.8 : Entrée spécifique de substances et sortie spécifique de déchets dans un procédé à sécheur thermique virtuel
[18, UBA Germany, 2003]

Une étude a été réalisée dans les Flandres (Belgique) et aux Pays-Bas en 2003 dans neuf installations utilisant plus de 200 t/an de COV [115, Intergraf, 2005]. À partir de cette étude et d'autres expérimentations, deux types de presse ont été identifiés : celles capables d'imprimer avec de faibles concentrations d'IPA dans la solution de mouillage (les nouvelles presses et les presses mises à niveau) et celles qui ne le peuvent pas (les installations existantes). Suite à des essais pour optimiser les presses, deux types de tâches d'impression ont aussi été identifiés : celles pouvant être réalisées avec des concentrations faibles (favorables) d'IPA et les tâches « difficiles » qui nécessitaient des concentrations d'IPA plus élevées, voir le Tableau 2.8. Les tâches « difficiles » impliquent un ou plusieurs des éléments suivants :

- des changements à la surface du papier nécessitant de nombreux réglages fins des paramètres de la presse
- des situations à forte couverture d'encre où l'IPA empêche l'apparition de taches blanches
- des niveaux de compétence, de formation et d'expérience plus faibles des opérateurs

- des presses nouvelles, larges et rapides ont aussi été rapportées comme ayant un besoin plus important d'IPA pour répondre aux exigences des plaques de tirage larges, des rouleaux larges à affaissement faible, etc. [178, Verspoor, 2006]

Type de presse	Caractéristiques des tâches à imprimer	
Type 1 : capable d'utiliser de faibles concentrations d'IPA	Favorable (A)	Difficile (B)
Type 2 : <u>incapable</u> d'utiliser de faibles concentrations d'IPA	Favorable (A)	Difficile (B)

Tableau 2.8 : Analyse combinée des types de presse à sécheur thermique et des types de tâches
[115, Intergraf, 2005]

Les chiffres de consommation ont été dérivés des données recueillies dans le cadre de l'étude belge sur les consommations de solution de mouillage et d'agents de nettoyage, voir le Tableau 2.9.

Situation	IPA ou substitut	Agents de nettoyage	
Presse de type 1, tâches de type A	2 % du poids de l'encre	Principalement K3 (55 - 100 °C)	2 % du poids de l'encre
Presse de type 1, tâches de type B	10 % du poids de l'encre	Principalement K3 (55 - 100 °C)	5 % du poids de l'encre
Presse de type 2, tâches de type A	5 % du poids de l'encre	Principalement K3 (55 - 100 °C)	5 % du poids de l'encre
Presse de type 2, tâches de type B	15 % du poids de l'encre	Principalement K3 (55 - 100 °C)	10 % du poids de l'encre

Tableau 2.9 : Données sur la consommation de solvants selon le type de presse à sécheur thermique et le type de tâche
[115, Intergraf, 2005]

Les calculs de l'imprimerie virtuelle ont été réalisés dans le Tableau 2.10, en supposant des consommations minimales d'IPA, de substituts d'IPA et d'agents de nettoyage. À titre d'exemple, une consommation d'encre de 500 t/an est supposée.

Sources d'émission	Presse 1 tâches A	Presse 1 tâches B	Presse 2 tâches A	Presse 2 tâches B
Encre t/an	500	500	500	500
COV s'évaporant de l'encre en %	35 %	35 %	35 %	35 %
COV s'évaporant de l'encre en t/an	175	175	175	175
Émissions provenant de l'encre en %	1,5 %	1,5 %	1,5 %	1,5 %
Émissions provenant de l'encre en t/an	2,6	2,6	2,6	2,6
IPA ou COV dans le substitut en % du poids de l'encre	2 %	10 %	5 %	15 %
IPA ou COV dans le substitut en t/an	10,0	50,0	25,0	75,0
IPA ou COV diffus dans le substitut en %	90 %	90 %	90 %	90 %
IPA ou COV diffus dans le substitut en t/an	9,0	45,0	22,5	67,5
Agents de nettoyage (AN) en % du poids de l'encre	2 %	5 %	5 %	10 %
COV dans les AN en %	100 %	100 %	100 %	100 %
COV dans les AN en t/an	10,0	25,0	25,0	50,0
Facteurs d'émission des AN	23 %	23 %	23 %	23 %
Émissions provenant des AN en t/an	2,3	5,8	5,8	11,5
Entrée totale en t/an	195	250	225	300
Émissions totales en t/an	13,9	53,4	30,9	81,6
% du poids de l'encre	2,8 %	10,7 %	6,2 %	16,3 %
% de l'entrée (DES)	7,1 %	21,4 %	13,7 %	27,2 %

Tableau 2.10 : Émissions de COV de l'imprimerie à sécheur thermique virtuelle
[115, Intergraf, 2005]

2.3.2.2 Consommations – impression à sécheur thermique

[128, TWG, 2005]

2.3.2.2.1 Constituants et additifs

2.3.2.2.2 Encres d'impression

Les constituants de base des encres offset sont : des pigments, des liants (résines, vernis, huile minérale) et des additifs (substances séchantes). En complément, certaines substances (huiles/diluant d'impression, pâtes résistantes au frottement, agents lustrants, ralentisseurs de séchage, etc.) sont ajoutées aux encres pour ajuster leurs propriétés [21, Nordic Council of Ministers, 1998].

En impression à sécheur thermique, il y a seulement quatre couleurs standards. Les encres sont principalement organiques et seuls quelques pigments inorganiques sont utilisés. Les plus couramment utilisés sont :

- * noir : noir de carbone
- * inorganique : dioxyde de titane, hydroxyde d'aluminium, bleu de Prusse
- * organique : jaune diarylide, rubis lithol 4B, bleu de phthalocyanine.

Le bleu de phthalocyanine contient un cuivre fortement lié au complexe. Les pigments normaux peuvent contenir des métaux lourds sous formes de petites impuretés en quantités se mesurant en parties par million [21, Nordic Council of Ministers, 1998].

Une formulation classique des encres à séchage thermique est présentée dans le Tableau 2.11.

Composant	Composition	Concentration (% (m/m))
Agent liant	Résines, huiles végétales, huiles minérales (point d'ébullition entre 240 et 300 °C)	60 - 85
Colorants	Presque exclusivement des pigments organiques	10 - 25
Agents de coloration auxiliaires	Siccatis (savons métalliques), agents antioxydants (par exemple du toluène d'hydroxyle de butyle, de l'hydroquinone), des antipelliculeurs (par exemple de l'oxime de cyclohexanone), des formes complexes (par exemple de l'EDTA, des tartrates)	< 10

Tableau 2.11 : Formulation de base classique des encres d'impression offset sur rotative à sécheur thermique

[18, UBA Germany, 2003],[54, BMLFUW Austria, 2003] [128, TWG, 2005]

La consommation totale d'encres à séchage thermique dans l'UE-15 est estimée entre 125 et 140 kilotonnes par an [4, Intergraf and EGF, 1999]. Les données tirées de l'imprimerie offset à sécheur thermique virtuelle montrent une consommation d'encre de 27,8 kg par tonne de produit fini, ou de 25 kg par tonne brute (déchets inclus) [18, UBA Germany, 2003]. L'expérience sur trois imprimeries sur cinq ans a montré une consommation de 19 kg par tonne brute [76, TWG, 2004]. Pour l'ensemble de l'industrie de l'impression finlandaise, la consommation moyenne d'encre était de 20,6 kg par tonne de produit [21, Nordic Council of Ministers, 1998]. Une consommation d'encre classique est d'environ 19 à 25 kg par tonne en sortie.

2.3.2.2.3 Solutions de mouillage

[128, TWG, 2005]

De l'IPA non dilué est ajouté à la solution de mouillage, à moins qu'il ne soit remplacé par des agents tensioactifs. En offset à sécheur thermique, la concentration d'IPA varie entre 5 et 15 % selon la tâche d'impression [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004].

Quelques presses plus anciennes sont conçues pour fonctionner avec des concentrations jusqu'à 30 % d'IPA ou d'éthanol, et d'autres sans aucun de ces produits. La concentration d'IPA peut être de 30 à 50 % de la quantité nécessaire, sans perturber le procédé d'impression. D'un autre côté, une quantité trop faible d'IPA a un effet négatif immédiat sur la qualité [4, Intergraf and EGF, 1999].

Parfois des concentrations de 2 à 8 % d'IPA sont utilisées en combinaison avec un additif, généralement des éthers de glycol qui sont ajoutés à la solution de mouillage dans des concentrations d'environ 1 %.

Dans certains cas, travailler sans IPA peut être possible [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [4, Intergraf and EGF, 1999].

Le Tableau 2.10 présente les variations de concentrations d'IPA qui sont utilisées, dues aux variations des presses et des tâches d'impression.

En Allemagne, la mise en œuvre de la DES a conduit à limiter les concentrations d'IPA dans les procédés à sécheur thermique à un maximum de 8 % [18, UBA Germany, 2003, 76, TWG, 2004].

Les données de consommation de solvants des presses à sécheur thermique et les données concernant le type de tâches effectuées en 2003 sont fournies dans le Tableau 2.9.

Un inventaire de l'industrie allemande de l'impression à sécheur thermique montrant que les quantités d'IPA utilisées (avant 1999) se situaient dans une plage de 18 à 21 % (m/m) (en fonction du total d'encre en entrée qui est de 100 %). Cependant, des données plus récentes montrent un rapport de 10 % en combinaison avec 5 % d'autres additifs provenant d'une imprimerie offset à sécheur thermique virtuelle. En 2002, dans cette imprimerie virtuelle (voir les Tableaux 2.5 et 2.6), l'IPA en entrée est de 50 tonnes pour l'impression de 20 000 tonnes de substrats d'impression. La concentration d'IPA dans la solution de mouillage est d'environ 5 %. 18 000 tonnes de produits d'impression commerciale sont produites et l'entrée d'IPA est alors de 2,8 kg par tonne de produit et de 100 kg par tonne d'encre utilisée (10 %) [18, UBA Germany, 2003].

Des plages de concentrations d'IPA entre 5 et 20 % ont aussi été rapportées comme étant une pratique courante en Autriche [54, BMLFUW Austria, 2003].

Des 16 imprimeries à sécheur thermique dans les Flandres, en Belgique, la plage de l'IPA par rapport à l'entrée d'encre en poids varie entre 0 et 47 %. Dans les trois imprimeries où aucun IPA n'est utilisé, des alternatives sont appliquées. Par rapport à l'entrée d'encre, deux imprimeries avec chacune plus de 500 employés affichent des consommations d'IPA de 56 % et de 176 % respectivement [32, Aminal, et al., 2002].

Dans les procédés d'impression sans eau, aucune solution de mouillage n'est employée et la répulsion de l'encre dans les zones non-image est réalisée par une couche de silicone [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004].

2.3.2.2.4 Vernis

Aucune donnée fournie.

2.3.2.2.5 Agents de nettoyage

[4, Intergraf and EGF, 1999] [128, TWG, 2005]

Les agents de nettoyage classiques utilisés pour les blanchets offset et les rouleaux encres sont présentés dans le Tableau 2.12.

Les mélanges de solvants contiennent généralement des hydrocarbures aliphatiques, cycliques et/ou naphténiqes. Ceux-ci sont généralement sans composés aromatiques pour des raisons de santé et de sécurité. Cependant, des hydrocarbures aromatiques, comme le toluène et le xylène, et des solvants halogénés ont été utilisés [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [4, Intergraf and EGF, 1999].

Pour les procédés à sécheur thermique dans l'UE-15, cela est estimé à 13 kilotonnes par an, ce qui représente environ 10 % du poids de l'encre en entrée. [4, Intergraf and EGF, 1999]. Cependant, une plage entre 4,5 et 6,5 % (m/m) a aussi été rapportée [18, UBA Germany, 2003]. Des données provenant des 16 imprimeries à sécheur thermique dans les Flandres, en Belgique, rapportent une plage entre 0,5 et 11,2 % basée sur la consommation d'encre, et une imprimerie rapporte même un usage spécifique de 100 % (m/m) [32, Aminal, et al., 2002].

Alors que dans le passé des solvants très volatils et, dans certains cas, des solvants halogénés, ont été utilisés pour le nettoyage des presses offset, il y a définitivement une tendance vers une utilisation de solvants moins volatils. Cette tendance résulte en une diminution substantielle des émissions de COV provenant des agents de nettoyage, mais, par ailleurs, augmente la quantité de déchets dangereux.

L'augmentation des déchets est cependant inférieure à la réduction des émissions de COV. L'expérience montre qu'une fois que des agents de nettoyage à faible volatilité ont été utilisés pendant un certain temps, la quantité utilisée peut être diminuée [4, Intergraf and EGF, 1999].

La proportion d'agents de nettoyage utilisés de nos jours dans les procédés à sécheur thermique, feuille à feuille et offset en général, est présentée dans le Tableau 2.12.

Agent de nettoyage	Sécheur thermique (1999)	Sécheur thermique (2000)	Feuille à feuille (2000)	Offset (2000)
	Proportion (%)			
Mélanges de solvants à point d'éclair < 21 °C	12,9	9	21	12-33
Mélanges de solvants à point d'éclair entre 21 et 55 °C	36,3	3	8,5	
Mélanges de solvants à point d'éclair entre 56 et 100 °C	39,2	76	68,5	61-79
Solvants à point d'ébullition élevé et à point d'éclair > 100 °C	9,7	12	2	6-8,6
Esters d'huile végétale à point d'éclair > 150 °C	1,9			
Note Colonne 2 = données de l'industrie allemande ; Colonnes 3 et 4 = données de l'industrie flamande ; Colonne 5 = données de l'industrie hollandaise et [76, TWG, 2004].				

Tableau 2.12 : Agents de nettoyage dans les procédés à sécheur thermique et offset en général [18, UBA Germany, 2003] [32, Aminal, et al., 2002]

Dans les procédés à sécheur thermique en Autriche, 90 % des agents de nettoyage utilisés sont des solvants organiques avec une pression de vapeur supérieure à 0,01 kPa. De cette quantité, 70 % est utilisée pour le nettoyage intermédiaire qui prend entre 20 et 80 secondes et (pour une presse à 4 unités blanchets-à-blanchets, de 96,5 cm de large) moins d'un litre d'agent de nettoyage. Le nettoyage automatique de la presse entre deux tâches d'impression prend environ 0,5 l/h (pour une presse 4 couleurs à double impression, de 96,5 cm de large) [54, BMLFUW Austria, 2003] [76, TWG, 2004].

Les données de consommation de solvants des presses à sécheur thermique et les données concernant le type de tâches effectuées en 2003 sont fournies dans le Tableau 2.9.

Les systèmes automatiques de nettoyage utilisent un peu moins de 10 % d'agents de nettoyage que la quantité requise lorsque le nettoyage est réalisé manuellement [4, Intergraf and EGF, 1999].

Certains agents nettoyants végétaux contiennent jusqu'à 15 % de solvants. Cependant, ils sont aussi disponibles sans solvants [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004].

Certaines presses anciennes peuvent disposer de rouleaux mouilleurs à molleton, bien que ceux-ci soient obsolètes dans l'UE-15. Ces derniers doivent être retirés de la presse pour le nettoyage. Aucun solvant n'est requis pour nettoyer ces rouleaux, car ils peuvent être nettoyés de manière adéquate par pulvérisation d'eau sous haute pression, avec occasionnellement une petite quantité de détergent [4, Intergraf and EGF, 1999].

2.3.2.2.6 Énergie et ressources

[128, TWG, 2005]

La consommation d'énergie de l'imprimerie à sécheur thermique virtuelle décrite dans les Tableaux 2.5 et 2.6 est présentée dans le Tableau 2.13 et à la Figure 2.9. La consommation d'énergie par tonne d'encre est très variable selon le type de presse, de tâche et d'encre, etc. et n'est pas un indicateur réaliste [76, TWG, 2004].

Consommation d'énergie dans un procédé offset à sécheur thermique	Consommation	Consommation
Total	1,355 MWh/t	54,2 MWh/t de l'entrée d'encre
Gaz	0,685 MWh/t	
Électricité	0,67 MWh/t	
Gaz dans le traitement des gaz résiduaux	4,60/t de COV dans les gaz résiduaux	
	15,56 GJ de gaz/t de COV	
	0,3 t de GNL/t de COV	

Tableau 2.13 : Consommation d'énergie dans l'imprimerie à sécheur thermique virtuelle (présentée au Tableau 2.7)

[18, UBA Germany, 2003]

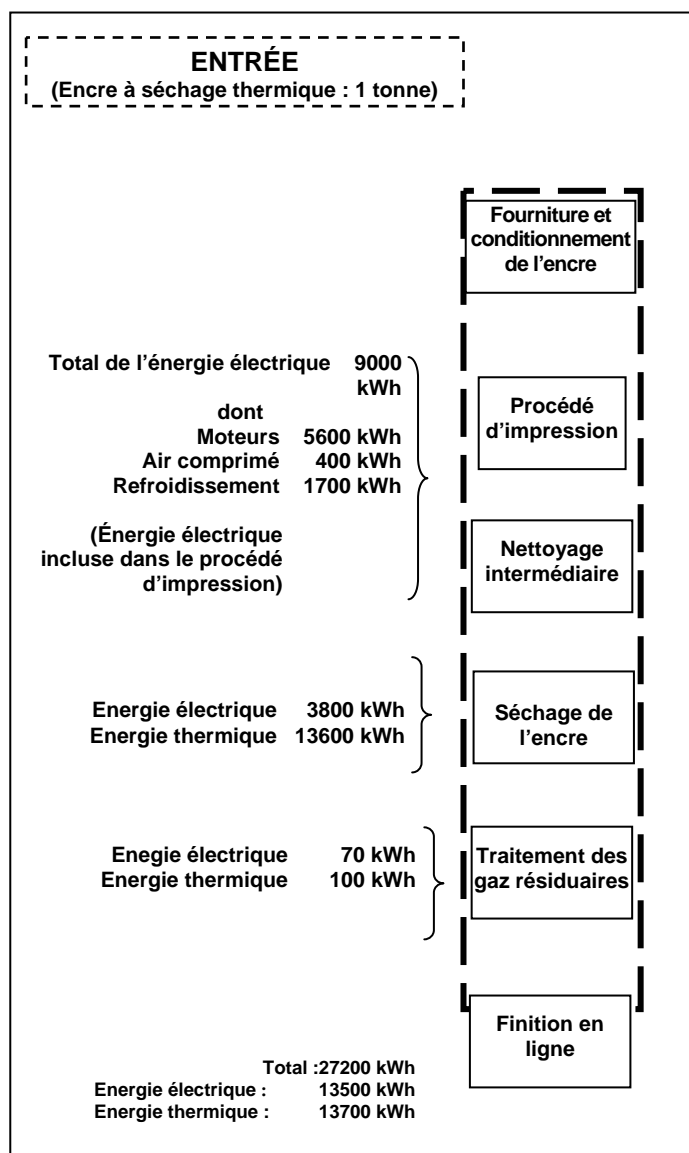


Figure 2.9 : Consommation d'énergie spécifique dans un procédé à sécheur thermique virtuel
[18, UBA Germany, 2003]

2.3.2.2.7 Substrats d'impression et autres consommations

[128, TWG, 2005]

Substrats d'impression

Le substrat utilisé dans l'impression à sécheur thermique est généralement du papier de grammage spécifique entre 40 et 60 g/m². Souvent des papiers couchés légers et non couchés sont utilisés avec un grammage spécifique généralement entre 45 et 70 g/m².

Autres consommations

Les autres ressources consommées sont du matériel comme les chiffons de nettoyage, les conteneurs et d'autres matériaux d'emballage.

En impression à sécheur thermique, quatre couleurs standard sont utilisées et elles sont livrées dans des conteneurs réutilisables, qui sont soit des grands récipients pour vrac (GRV) avec une contenance d'environ 1 tonne, soit des bidons métalliques standard de 200 litres [4, Intergraf and EGF, 1999].

Les chiffons sont en général réutilisables et pèsent environ 40 grammes. Il a été rapporté qu'une imprimerie à sécheur thermique utilisait six chiffons par tonne de produit imprimé, ce qui équivaut à 200 chiffons par tonne d'encre utilisée [4, Intergraf and EGF, 1999, 18, UBA Germany, 2003, 76, TWG, 2004].

2.3.2.3 Émissions – impression à sécheur thermique

2.3.2.3.1 Émissions dans l'air – sources et émissions diffuses

[128, TWG, 2005]

Les émissions européennes totales de COV non réduites provenant des imprimeries à sécheur thermique sont estimées comme étant de l'ordre de 100 kilotonnes par an. Plus de la moitié de ces émissions sont issues de l'IPA dans la solution de mouillage et le reste des agents de nettoyage. Les émissions provenant de l'encre dans le sécheur sont des huiles à point d'ébullition élevé et sont réduites, ainsi que 10 % estimés d'IPA et d'agents de nettoyage qui sont aussi extraits via le sécheur lorsque les sécheurs extraient l'air de la salle des presses.

Au niveau de l'UE-25 pour l'année 2000 (selon le modèle RAINS), les émissions de COVNM s'élevaient à 40 kt pour l'impression à sécheur thermique, soit 0,38 % des émissions totales de COVNM. L'activité totale correspondait à 123,59 kt, et le facteur d'émission moyen s'élevait à environ 3239 g de COVNM/kg, ce qui signifie que cette industrie réduit déjà certaines de ses émissions [130, EGTEI, 2005].

Certaines données montrent que 50 % des émissions de COV d'origine resteront non réduites [4, Intergraf and EGF, 1999]. D'autres données indiquent que des niveaux bien plus faibles d'émissions de COV dans une plage de 25 à 30 % peuvent être atteints [54, BMLFUW Austria, 2003], avec une consommation faible d'IPA et l'utilisation d'agents de nettoyage à faible volatilité. Même des niveaux d'environ 23 % ont été rapportés comme étant atteints ; voir le Tableau 2.7 [76, TWG, 2004].

Dans la DES, les émissions diffuses sont décrites comme un pourcentage de la quantité utilisée à l'entrée. Dans l'impression à sécheur thermique, des techniques clés pour la réduction des émissions diffuses de COV consistent à réduire les entrées de solvant de COV. Exprimer les émissions en tant que pourcentage de l'entrée ne reflète donc pas les modifications effectuées. Les calculs du schéma de réduction qui surmontent ce problème sont utilisés en Allemagne et en Autriche, mais pas dans la DES. Une étude a montré que pour l'impression à sécheur thermique, il est plus utile d'exprimer les émissions en pourcentage de la consommation d'encre [115, Intergraf, 2005]. Voir l'Annexe 24.2.

Les gaz résiduels des presses à sécheur thermique ont tendance à avoir une odeur désagréable. Dans beaucoup de cas, cela était la motivation d'origine pour installer des incinérateurs dans cette partie de l'industrie d'impression [4, Intergraf and EGF, 1999].

Dans les paragraphes suivants, les informations concernant les différentes sources d'émission sont présentées.

Encres

Les émissions totales de solvants provenant des encres à séchage thermique, qui contiennent généralement 30 à 35 % de solvants dans l'UE-15, sont d'environ 45 kilotonnes. De ces solvants, 80 à 90 % s'évaporent dans le sécheur et sont généralement traités [4, Intergraf and EGF, 1999, 76, TWG, 2004].

L'encre est fournie en vrac et est transportée directement aux presses par pompage par un système de conduits. Il s'agit d'une pratique courante dans les très grandes installations [4, Intergraf and EGF, 1999, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

Solution de mouillage

L'IPA, ou parfois l'éthanol, ajouté aux solutions de mouillage, s'évaporera pendant le procédé d'impression ; 85 à 90 % environ est diffus et environ 10 % (en impression à sécheur thermique) sera extrait des sécheurs et traité [4, Intergraf and EGF, 1999]. Cependant, d'autres sources rapportent que 50 % de la solution de mouillage appliquée dans les procédés à sécheur thermique sont captés et traités [54, BMLFUW Austria, 2003]. Les quantités d'IPA consommées sont aussi partiellement émises, et cela est rapporté dans la Section 2.3.2.2.3.

L'IPA peut partiellement être substitué par des éthers de glycol qui s'évaporent aussi, bien que dans une moindre mesure par rapport à la quantité d'IPA substituée. Cependant, le potentiel de formation d'ozone de certains éthers de glycol peut être 10 fois supérieur à celui de l'IPA ; les avantages doivent être évalués sur une base de masse pour masse.

L'impression offset sans eau n'émet pas d'émissions dans l'air provenant du procédé de mouillage [4, Intergraf and EGF, 1999, 76, TWG, 2004].

Agents de nettoyage

Les émissions des 100 kilotonnes estimées d'agents de nettoyage utilisés dans les imprimeries européennes offset dépendent du type des équipements de nettoyage, de la tâche d'impression, du solvant appliqué, etc. Des solvants à point d'ébullition élevé ou bas ont des niveaux d'émissions très différents. Le bilan massique de l'imprimerie à sécheur thermique virtuelle qui est présentée à la Figure 2.6, montre un exemple du pourcentage de solvants qui peut être émis dans l'air, en partie via un incinérateur et en partie de manière diffuse.

Le pourcentage des émissions de solvant qui sont issues du nettoyage intermédiaire automatique dans les procédés à sécheur thermique et qui sont captées et conduites vers le traitement des gaz résiduels sont dans une plage $\leq 15 - 50$ % [18, UBA Germany, 2003, 54, BMLFUW Austria, 2003].

Les émissions de solvant dans les procédés à sécheur thermique provenant du nettoyage manuel et du nettoyage de base, qui sont captées et conduites vers le système de traitement des gaz résiduels, sont dans une plage de 0 à 5 %.

Captage

La concentration moyenne de COV dans les gaz résiduels provenant des procédés à sécheur thermique se situe dans une plage de 1 à 3 g/Nm³ en raison de l'absence de recirculation de l'air du sécheur. Les gaz résiduels ont une odeur tellement désagréable que la recirculation donnerait au produit imprimé une odeur inacceptable. L'absence de recirculation encourage l'utilisation d'un flux d'air et d'une capacité de l'incinérateur proportionnellement plus grands. Les faibles concentrations entraînent une consommation d'énergie relativement élevée [4, Intergraf and EGF, 1999, 18, UBA Germany, 2003]. Cependant, des données concernant les presses utilisant de bonnes pratiques en Autriche (une presse 4 couleurs double face de 96,5 cm de large), extrayant entre 1 000 et 4 000 Nm³ d'air, montrent une concentration maximale de COV de 8 g/Nm³. Pour comparaison, cela correspond à près de 50 % de plus que les deux très grandes presses dans l'imprimerie virtuelle du Tableau 2.7.

Il existe différentes options de traitement des gaz résiduels, qui sont présentées dans la Section 20.12.

Incinération

Les incinérateurs peuvent être intégrés dans les sécheurs ou peuvent former un système central auquel tous les sécheurs sont connectés, voir Section 20.11. En Autriche (où la réduction des COV a été implémentée tôt), 80 % des systèmes centraux utilisent des incinérateurs régénératifs [76, TWG, 2004].

La température d'incinération doit varier entre 750 et 800 °C. La valeur calorifique des gaz résiduels peut ne pas être suffisante pour atteindre cette température sans aide [4, Intergraf and EGF, 1999]. Cependant, dans les meilleures conditions, un procédé autothermique avec une incinération régénérative peut être utilisé [18, UBA Germany, 2003, 76, TWG, 2004].

Les trois techniques d'incinération appliquées dans les imprimeries à sécheur thermique présentent les caractéristiques indiquées dans le Tableau 2.14.

Émissions	Unité	Thermique	Catalytique	Régénérative
Total de carbone dont le méthane	mg de C/Nm ³	< 20	< 50 environ 25	< 30
NO _x	mg/Nm ³	100	20	100
Énergie		Thermique	Catalytique	Régénérative
Température	°C	750	400	800
Gaz naturel	m ³ /h	105	20	20
Température d'échappement	°C	350	200	200
Électricité	kW	100	100	75
Perte de chaleur	kW	2640	1400	1400

Tableau 2.14 : Application des techniques d'incinération dans les imprimeries à sécheur thermique [4, Intergraf and EGF, 1999,76, TWG, 2004]

L'oxydation thermique peut atteindre des émissions de COV légèrement plus faibles ; le rendement est d'environ 0,1 % meilleur. Cela se traduit néanmoins par une consommation d'énergie substantiellement supérieure. La consommation de gaz naturel est cinq fois plus importante que celle des deux autres systèmes.

L'oxydation thermique appliquée dans l'imprimerie virtuelle théorique décrite dans le Tableau 2.7 a un rendement de réduction des COV de 99 % et présente les niveaux d'émission suivants. Cependant, cela est associé à une température de combustion très élevée de 900 °C comparée à des températures comprises entre 750 et 800 °C plus habituelles [18, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004] :

- * 19 mg de COV/m³
- * 40 mg de NO_x/m³
- * 50 mg de CO/m³.

Condensation

La condensation a normalement un niveau de rendement d'environ 90 % [52, SPIN Netherlands, 1994]. Cependant, elle ne satisfait pas les valeurs d'émission requises par la DES et n'est pas souvent utilisée [76, TWG, 2004].

Traitement biologique

Rapporté comme n'étant pas utilisé avec succès dans cette industrie. Voir Section 20.11.8.

2.3.2.3.2 Déchets

[128, TWG, 2005]

Papiers

La quantité de déchets de papier produits en offset à sécheur thermique est généralement plus importante que dans toute autre méthode d'impression, une quantité significative de papier étant utilisée avant qu'un équilibre adéquat entre l'encre et l'eau de mouillage ne soit atteint et qu'une bonne qualité d'impression soit produite.

L'imprimerie à sécheur thermique virtuelle décrite à la Section 2.3.2.1 a produit 2800 tonnes de déchets pour 20 000 tonnes de substrat, ce qui équivaut à 14 % de l'entrée de substrat en papier [18, UBA Germany, 2003].

L'offset sans eau est considéré comme produisant moins de déchets, car il n'y a pas d'équilibre à atteindre entre l'encre et le mouillage.

Encres

L'imprimerie à sécheur thermique virtuelle décrite à la Section 2.3.2.1 a produit 12 kg de déchets d'encre par tonne d'encre utilisée, dont 10 kg de restes d'encre et 2 kg d'encres absorbées dans les chiffons de nettoyage [18, UBA Germany, 2003].

Solution de mouillage

Durant l'impression, la solution de mouillage peut être contaminée par de la poussière de papier et de petites quantités d'encre. Ces solutions contiennent des AOX et de faibles quantités de métaux. Généralement, ces déchets de solutions de mouillage sont rejetés, et peuvent nécessiter un prétraitement

décrit en détail à la Section 2.3.2.3.3 [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003, 76, TWG, 2004].

Agents de nettoyage

De grandes quantités d'agents de nettoyage usagés peuvent apparaître, en particulier dans les grandes imprimeries où la plupart du nettoyage est réalisé automatiquement. La quantité estimée est d'environ 100 kilotonnes d'agents de nettoyage par an dans l'ensemble de l'industrie de l'impression offset européenne, cette quantité étant rejetée [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004].

L'imprimerie à sécheur thermique virtuelle décrite à la Section 2.3.2.1 a généré 46 litres d'eaux usées avec 50 % de solvants à point d'ébullition élevé pour chaque tonne d'encre utilisée [18, UBA Germany, 2003].

Des agents de nettoyage sont réutilisés en grande partie et le rejet de ces solvants comme déchets dangereux peut être réduit de près de 50 % [4, Intergraf and EGF, 1999].

Chiffons

Les chiffons provenant du nettoyage des presses contiennent des solvants organiques, de l'encre et parfois du vernis. La quantité varie en général selon la longueur du tirage et donc selon le nombre de changements par an. L'imprimerie à sécheur thermique virtuelle décrite dans les Tableaux 2.5 et 2.6 a utilisé approximativement 200 chiffons de solvant par tonne d'encre utilisée, contaminés chacun avec en moyenne 10 g d'encre et 30 g d'agents de nettoyage [18, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004].

Autres déchets

Les anciennes plaques d'impression contiennent des métaux, principalement de l'aluminium, avec des traces d'autres métaux, selon l'âge de l'équipement. Les blanchets sont aussi mis au rebut. Les déchets peuvent également contenir des filtres provenant du filtrage de la solution de mouillage et des lampes UV provenant du procédé de clichage [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [76, TWG, 2004].

Les encres offset de couleurs standards peuvent être livrées dans des GRV réutilisables ou dans des bidons métalliques standards de 200 litres.

2.3.2.3.3 Eaux usées

Solutions de mouillage

Durant l'impression, la solution de mouillage peut être contaminée par de la poussière de papier et de petites quantités d'encre. Ces solutions contiennent alors des AOX en concentration > 1 mg d'AOX/l et de petites quantités de métaux comme de l'aluminium, du cuivre, du zinc, du cobalt et du manganèse (ces deux derniers provenant des agents de séchage), tous à des concentrations d'environ 0,1 g/l. Généralement ces déchets de solution de mouillage sont rejetés, souvent après traitement [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003].

Les additifs utilisés dans les solutions de mouillage à des concentrations d'environ 3 % peuvent contenir de petites quantités de biocides contre les algues. Les concentrations courantes de biocides sont dans une plage de 0,1 à 0,2 %, ce qui signifie que les concentrations finales dans les solutions de mouillage sont négligeables [4, Intergraf and EGF, 1999].

Normalement, les imprimeries ne sont pas équipées de traitement des eaux usées et rejettent directement dans le réseau d'assainissement municipal. Lorsque les rejets ne peuvent pas être autorisés en raison des niveaux excessifs de contaminations, le rejet en tant que déchet dangereux est une alternative [4, Intergraf and EGF, 1999].

Agents de nettoyage

Les effluents provenant du nettoyage des rouleaux mouilleurs utilisés dans les procédés d'impression à base d'eau ne contiennent presque aucune contamination. Ils peuvent contenir quelques détergents, quelques substances qui peuvent se trouver dans la solution de mouillage et de petites quantités d'encre. Ces effluents ne sont généralement pas traités mais rejetés directement dans le réseau d'assainissement [4, Intergraf and EGF, 1999].

2.3.3 Impression d'emballages souples – flexographie et héliogravure

Dans les installations d'impression flexographique, une combinaison d'au moins deux des procédés suivants est utilisée :

- * héliogravure d'emballage
- * flexographie
- * pelliculage
- * vernissage.

Des solvants peuvent être utilisés dans chacun de ces procédés.

2.3.3.1 Bilans massiques – emballages souples

[18, UBA Germany, 2003]

En 1999, les résultats d'un inventaire réalisé parmi les installations d'impression flexographique en Allemagne ont été rapportés. L'un des résultats de cet inventaire était que les données de performance provenant de différentes unités de différentes installations étaient comparées et utilisées pour simuler une imprimerie virtuelle qui pourrait satisfaire les exigences légales, en particulier celles de la DES. Dans la section suivante, un bilan massique est rapporté pour une imprimerie produisant dans les règles de l'art (sélectionnée à partir de cet inventaire), suivi des données de l'imprimerie virtuelle.

Imprimerie produisant dans les règles de l'art

Dans cette section, les données d'une imprimerie produisant dans les règles de l'art provenant de cet inventaire sont rapportées avec les bilans massiques de l'imprimerie virtuelle. Cette imprimerie virtuelle n'existe pas, elle a été créée à partir des informations provenant d'unités performantes dans différentes installations existantes. Il est à noter que les données provenant de l'imprimerie existante produisant dans les règles de l'art diffèrent peu des données de l'imprimerie virtuelle. Les données d'exploitation de l'imprimerie produisant dans les règles de l'art sont les suivantes :

- * l'imprimerie est exploitée six jours par semaine en trois quarts de travail. Elle dispose de trois unités ayant chacune trois presses à cylindre d'impression central en flexographie avec une largeur de rotative de 1,30 mètre
- * les produits finis sont des formes imprimées qui sont enroulées après impression et livrées comme produit intermédiaire aux fabricants d'articles de marque ; les opérations de finition ne sont pas réalisées dans cette installation
- * dans deux unités, des produits principalement à base de solvants sont appliqués (c'est-à-dire des encres et des agents de nettoyage) et dans une unité, 85 % des produits utilisés sont à base d'eau
- * des solvants pour contrôler la viscosité des encres sont conduits directement dans l'unité d'encrage
- * pour le contrôle des émissions dans l'air, un système de traitement catalytique des gaz résiduels avec récupération de chaleur est installé. Les systèmes d'extraction des presses d'impression sont équipés de techniques de circulation de l'air qui sont contrôlées en mesurant la concentration de solvant
- * le nettoyage de l'unité d'encrage est réalisé dans une machine de nettoyage encoffrée équipée d'une récupération de solvant intégrée
- * les effluents provenant des activités de nettoyage sont traités par ultrafiltration (pour les encres à base d'eau).

Le bilan massique de l'imprimerie dans les règles de l'art est présenté dans le Tableau 2.15.

ENTRÉE	Quantité	Unité	Commentaires	SORTIE	Quantité	Unité	Commentaires
				Produits			
				Produits imprimés intermédiaires	9700	t/an	Papier et encre
Matières premières				Déchets			
Substrat d'impression	10433	t/an		Papier/impressions manquées	740	t/an	
Encres d'impression ; teneur en COV	576 189	t/an	Dont % env. 1/4 à base d'eau	Résidus d'encre	41	t/an	Avec environ 10,8 t de COV
Diluants (solvants pour l'ajustement de la viscosité)	316	t/an					
Eau pour le nettoyage et la dilution	666	m³/an		Mélange d'agents de nettoyage et d'eau Effluents du procédé	15 545	t/an m³/an	Avec environ 9,8 t de COV
Eau pour le refroidissement et le conditionnement	51866	m³/an					
Chiffons	144100	Articles/an		Chiffons	144100	Articles / an	Avec environ 2,5 t de COV
Total de COV	505	t/an		COV dans les déchets	23	t/an	
Énergie				Rejets gazeux			
Énergie totale	3670	MWh/an		Débit volumique	72,45 x 10 ⁶	m³/an	
Énergie gazeuse	350	MWh/an		COV dans le gaz purifié	1,38	t/an	384 t/an de COV détruits
Énergie électrique	3320	MWh/an		NO _x dans le gaz purifié	4,70	t/an	
				CO dans le gaz purifié	2,72	t/an	
				Diffus			
				COV diffus	96	t/an	Environ 19 % de l'entrée
Notes : [76, TWG, 2004] : * Trois quarts de travail et six jours travaillés sont inhabituels en flexographie : les presses ne sont pas assez coûteuses. Ces chiffres sont en général associés à une imprimerie d'héliogravure d'emballage. * Une largeur de rotative de 130 cm est plutôt plus large que la normale. * L'incinération catalytique : de nos jours, elle est toujours régénérative. * Les effluents traités par ultrafiltration sont inhabituels : normalement les effluents sont insignifiants.							

Tableau 2.15 : Bilan massique d'une installation d'impression flexographique produisant dans les règles de l'art
[18, UBA Germany, 2003,76, TWG, 2004]

Les points suivants de l'échange d'informations devraient être notés [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] :

* ces données peuvent indiquer une bonne pratique pour une imprimerie et certaines tâches et conditions, mais elles ne sont pas forcément caractéristiques de l'industrie

* les résidus d'encre = 41 t/an avec 10,8 t de solvant = 26 % : il ne s'agit pas d'encre (l'encre prête à l'emploi pour la presse contient 80 % de solvants) mais de boues provenant de la distillation des agents de nettoyage

* 385,38 t/an dans les gaz résiduels non traités donne une moyenne de 5,3 g/Nm³. Ce chiffre est trop élevé pour des tâches de flexographie habituelles et n'est atteint que si un fort niveau de vernissage et de pelliculage (ce qui n'est pas présenté dans le Tableau 2.15) est réalisé avec un débit d'air de recirculation important. Cela implique aussi qu'une quantité significative d'impression utilise de l'encre blanche et donc n'imprime pas du papier

* les COV dans l'air purifié sont en moyenne de 19 mg/Nm³, ce qui exprimé en mg de C est environ 50 % plus faible (environ 10 mg/Nm³) avec un rendement d'incinérateur > 99,5 %. L'industrie estime que ce rendement est trop faible pour être réaliste. Cependant, il a été rapporté comme étant une bonne pratique normale en Allemagne, avec des concentrations de gaz brut dans une plage de 1 à 8 g/Nm³ et une concentration en sortie inférieure à 20 g/Nm³.

Il devrait être noté que lors de la comparaison des données de consommation et d'émission de cette imprimerie produisant dans les règles de l'art et des données de l'imprimerie virtuelle, tous les procédés auxiliaires et leurs consommations et émissions supplémentaires ont aussi été enregistrés. Les données estimées de l'imprimerie virtuelle sont des estimations de consommation et des émissions de chaque unité spécifique seule.

Imprimerie virtuelle

Afin de produire une image objective de la plage des valeurs de consommation et d'émission qui est atteinte en pratique, deux modes d'exploitation de l'imprimerie virtuelle sont décrits. D'une part, une production avec des encres à base de solvants, et d'autre part, une production mixte avec des encres à base d'eau et des vernis couvrants à base de solvants. Ces imprimeries virtuelles présentent les caractéristiques suivantes indiquées dans le Tableau 2.16 :

Machines d'impression	Imprimerie flexo à cylindre d'impression central ; huit unités d'encrage, de taille 127 x 100 cm, vitesse de rotative jusqu'à environ 250 m/min
Sécheurs	Chauffage indirect du sécheur intermédiaire et du sécheur charnière par de l'huile de transfert de chaleur, technique de circulation de l'air contrôlée en surveillant la concentration de solvant
Procédés de finition	Machine à couper les bobines, coupeuse en travers, rebobineuse
Conditions de production	280 jours de production/an, en trois quarts de travail ; 6525 heures d'exploitation/an dont 70 %* de temps de production d'impression ; un total de 4560 heures/an de production d'impression
Produits	Enveloppeuse de papier 70 g/m ² <u>À base de solvants :</u> six couleurs, couverture de surface de 155 %, en application de 4,98 g/m, vitesse de la rotative de 150 m/min <u>Procédé mixte :</u> six couleurs + vernis couvrant, couverture de surface de 255 %, application d'encre à 4,9 g/m ² + vernis couvrant à 2,5 g/m ² , vitesse de la rotative de 150 m/min
* Note : 70 % de temps de production d'impression est supérieur à ce qui est atteint dans la pratique [76, TWG, 2004].	

Tableau 2.16 : Équipements et conditions de production des installations d'impression flexographique virtuelles
[18, UBA Germany, 2003]

Les valeurs de consommation et d'émissions dépendent fortement des produits fabriqués et augmenteront en fonction des paramètres suivants :

- * un volume d'impression moins important
- * un plus grand nombre de séquences de changement de couleur
- * des exigences extrêmement élevées en termes de qualité d'impression ou des images difficilement imprimables
- * une moins bonne qualité de papier
- * une augmentation de la surface à couvrir.

À partir des imprimeries virtuelles, des bilans massiques sont calculés. Les consommations moyennes de COV et les émissions pour une tonne d'encre utilisée sont présentées dans les Tableaux 2.17 et 2.18 ainsi que l'apport moyen en matières et la production moyenne de déchets des imprimeries virtuelles. Pour une production par héliogravure, l'ajout de diluants (entrée de COV) et les émissions de COV

correspondantes issues de l'encre seraient de 10 à 20 % plus importantes. Ces valeurs sont des valeurs moyennes, qui peuvent, selon les paramètres mentionnés ci-dessus, varier en pratique de +/- 20 %.

1 000 kg d'encre d'impression contenant 500 kg de COV	Étape du procédé	Sortie
¹ 731 kg de diluant (100 % de COV)	Solvant pour ajustement de la viscosité [76, TWG, 2004]	
21 875 kg de papier	Procédé d'impression	160 kg de pertes diffuses de COV 1 900 kg d'impressions manquées/déchets de papier 90 kg de résidus d'encre
70 kg d'agents de nettoyage (100 % de COV) 120 chiffons	Nettoyage intermédiaire	45 kg de pertes diffuses de COV 120 chiffons avec environ 1,4 kg de résidus d'encre + 3 kg de solvants
	Séchage de l'encre	1063 kg de COV dans l'air extrait non traité ² 6,80 g/m ³ de COV dans 133 100 Nm ³ après traitement
	Finition	Déchets de papier
Entrée totale de COV : 1301 kg		Sortie totale de COV : 205 kg diffus (16 % de l'entrée) 1060 kg traités Environ 2 à 3 kg dans le gaz traité Environ 33 kg dans les déchets
Notes : ¹ Le chiffre pour le diluant est trop faible : l'encre prête pour la presse contient 72 % de solvant [76, TWG, 2004] ² 6,80 g/m ³ de COV est trop élevé pour la flexographie, et inclut probablement le pelliculage et/ou le vernissage.		

Tableau 2.17 : Bilan des émissions de COV et des déchets pour une installation d'impression flexographique virtuelle à base de solvants
[18, UBA Germany, 2003]

1 000 kg d'encre d'impression* contenant 31 kg de COV	Étape du procédé	Sortie
516 litres d'eau 625 kg de vernis d'impression (contenant 156 kg de COV) 198 kg de diluant (100 % de COV)	Conditionnement de l'encre	
21 875 kg de papier	Procédé d'impression	58 kg de pertes diffuses de COV 1 900 kg d'impressions manquées/déchets de papier 140 kg de résidus d'encre
1200 l d'eau 120 chiffons	Nettoyage intermédiaire	1 200 l d'effluents contenant environ 18 kg de DCO 120 chiffons avec environ 1,4 kg de résidus d'encre
	Séchage de l'encre	323 kg de COV dans l'air extrait non traité 1,38 g/m ³ de COV dans 234 370 m ³ d'air à 69 °C après traitement
	Finition	Déchets de papier
Entrée totale de COV : 385 kg		Sortie totale de COV : 58 kg diffus (15 % de l'entrée) 320 kg traité environ 3 kg dans le gaz traité environ 4 kg dans les déchets
* Note : L'encre semble être à base d'eau, mais cela n'est pas clair [76, TWG, 2004].		

Tableau 2.18 : Bilan des émissions de COV et des déchets pour une installation d'impression flexographique virtuelle à procédé mixte

[18, UBA Germany, 2003]

2.3.3.2 Consommations – emballages souples

2.3.3.2.1 Solvants organiques

Le Tableau 2.19 présente une sélection de solvants organiques courants qui sont utilisés dans les procédés d'impression d'emballage, ainsi que leurs domaines d'application. Le Tableau 2.20 présente une vue d'ensemble des solvants organiques courants qui peuvent être trouvés dans les procédés d'impression d'emballage appliquant des encres, des adhésifs ou des vernis à base d'eau.

Solvant	Pression de vapeur (kPa)	Domaine d'application
Acétate d'éthyle	9,2	Diluant, agent de nettoyage
Éthanol	5,9	Solvant dans l'encre, agent de nettoyage
Mélanges d'éthanol et d'acétate d'éthyle		Le mélange dépend du temps de séchage requis
Alcool isopropylique	4,3	Solvant dans l'encre, agent de nettoyage
Acétate d'isopropyle	6,1	Ajusteur de viscosité
Méthyle éthyle cétone	10,5	Siccatif ; souvent utilisé comme solvant dans les adhésifs et certains vernis
n-butanol	1,2	Ralentisseur
Méthoxy propanol	1,1	Ralentisseur
n-propanol	2,5	Ralentisseur
Éthoxy propanol	0,65	Ralentisseur
Esters divers		Plastifiant

Tableau 2.19 : Solvants couramment utilisés dans les procédés d'impression d'emballage à base de solvants

[18, UBA Germany, 2003,76, TWG, 2004]

Solvant	Pression de vapeur (kPa)	Domaine d'application
Éthanol	5,9	Solvant dans l'encre, siccatif, agent de nettoyage
Alcool isopropylique	4,3	Solvant dans l'encre, agent de nettoyage
n-propanol	2,5	Solvant dans l'encre
Naphta spécial	4,0 – 8,5	Agent de nettoyage (rarement utilisé car la plupart des emballages sont alimentaires)
White spirit	0,15 – 1,0	Agent de nettoyage (rarement utilisé car la plupart des emballages sont alimentaires)

Tableau 2.20 : Solvants couramment utilisés dans les procédés d'impression d'emballage à base d'eau

[18, UBA Germany, 2003, TWG,]

À part les solvants organiques dans les encres d'impression achetées, d'autres quantités pertinentes de solvant sont utilisées pour la dilution de l'encre (contrôle de la viscosité) et pour différents travaux de nettoyage. En particulier dans le domaine du contrôle de la viscosité, les procédés d'héliogravure et de flexographie sont différents. Le Tableau 2.21 présente les valeurs moyennes caractéristiques des utilisations spécifiques des COV.

Il est important de noter que le rapport solides/solvant dans les encres du commerce variera considérablement d'une imprimerie à l'autre. L'encre est livrée selon certaines spécifications. À une extrême, elle est livrée « presque prête à l'emploi pour la presse », avec une teneur en solvants proche de 75 % (une faible dilution finale est réalisée dans la presse). À l'autre extrême, l'encre est livrée comme une « pâte » avec une teneur en solvants d'environ 30 %. Les pâtes sont mélangées et diluées dans le compartiment d'encre jusqu'à être « presque prêtes à l'emploi pour la presse ». Encore une fois, la dilution finale est réalisée dans la machine. De plus, il y a quelques années, le pourcentage « normal » de solvant dans l'encre du commerce variait entre 50 et 60 %, ce n'est désormais plus le cas. Dans les plus

grandes installations, les encres sont aujourd'hui achetées sous forme de « pâte » et diluées en interne [128, TWG, 2005].

Procédé d'impression	COV utilisés (exprimés en % de l'encre achetée en % (m/m)) dans les domaines suivants :						Total des COV utilisés en % de l'encre achetée en % (m/m)	
	Encres d'impression ⁽¹⁾		Diluants pour les encres		Agents de nettoyage			
	Moyenne	Plage	Moyenne	Plage	Moyenne	Plage	Moyenne	Plage
Héliogravure à base de solvants	60	40-70	101	70-120	17		178	127-207
Flexographie à base de solvants	60	45-75	81	50-95	14		155	109-184
Héliogravure à base d'eau	5	0-20	2	0-5	10	0-15	17 ⁽²⁾	0-40
Flexographie à base d'eau	5	0-20	2	0-5	10	0-15	17 ⁽²⁾	0-40

Notes : [76, TWG, 2004, 128, TWG, 2005]

⁽¹⁾ L'encre prête à l'emploi pour la machine contiendra toujours environ 80 % de solvant. Une encre achetée avec une teneur plus élevée en solvant nécessitera moins de solvant pour la dilution (ajustement de la viscosité). Moyennes pour les encres à base de solvants : l'héliogravure tend à être légèrement supérieure à 80 % et la flexographie tend à être légèrement inférieure à 80 %.

⁽²⁾ Une moyenne de 17 % pour les encres à base d'eau est trop élevée.

Tableau 2.21 : Utilisation spécifique des COV dans les procédés d'impression d'emballage [18, UBA Germany, 2003]

Le Tableau 2.21 montre, par exemple, que dans le procédé d'impression par héliogravure à base de solvants, une moyenne de 1,78 kg de COV par kg d'encre achetée en entrée est utilisée dans la production et les procédés auxiliaires de l'installation. La plage dans cet exemple est de 1,27 à 2,07 kg de COV par kg d'encre achetée en entrée.

La récupération de solvant sur site est seulement applicable aux agents de nettoyage et réduira la quantité d'agents de nettoyage à acheter. Cela signifie que pour les utilisations spécifiques de COV par kg d'encre en entrée, comme mentionné dans le Tableau 2.21, les données concernant la colonne « agents de nettoyage » sont réduites d'environ 50 %.

2.3.3.2.2 Encres et vernis d'impression

[18, UBA Germany, 2003] [4, Intergraf and EGF, 1999] [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [22, Vito, 1998, 128, TWG, 2005]

Types d'encres utilisés – à base de solvants

Les solvants les plus couramment utilisés dans l'impression d'emballage à base de solvants sont l'éthanol et l'acétate d'éthyle. De plus, les installations d'impression flexographique utilisent de l'alcool isopropylique, du n-propanol, du méthoxy propanol et de l'éthoxy propanol, et les imprimeries par héliogravure utilisent aussi de la méthyle éthyle cétone, de l'acétate de i-propyle et de l'acétate de n-propyle. Le choix du solvant utilisé dans l'encre dépend du substrat d'impression.

Durant l'impression, la viscosité de l'encre est ajustée en fonction des besoins ou est maintenue à son niveau prédéfini en ajoutant des solvants compatibles. Les encres nouvellement mélangées sont toujours produites légèrement trop visqueuses pour permettre un ajustement exact réalisé dans la presse.

L'encre flexo est soit à base de solvants, soit à base d'eau. L'encre héliogravure est presque toujours à base de solvants, les encres à base d'eau étant rarement utilisées. Le Tableau 2.22 montre la composition moyenne d'une formulation de base pour les encres à base de solvants. La concentration de solvant dans l'encre varie, voir Section 2.3.3.2 ci-dessus. Les encres prêtes à l'emploi contiennent environ 80 % de solvant et 20 % de solides. Les vernis contiennent aussi environ 80 % de solvants [76, TWG, 2004][128, TWG, 2005].

Composant	Composition	Concentration (% (m/m))
Agent liant :		
- composant de solvant	Solvants à séchage normal : par exemple éthanol, n-propanol, alcool isopropylique	60-80
	Solvants à séchage rapide : par exemple, acétate d'éthyle, acétate de i-propyle, acétate de n-propyle, MEC, naphthas	
	Solvants à séchage lent : par exemple, méthoxy propanol, éthoxy propanol	
- composant d'agent liant	Dérivés de cellulose (par exemple nitrocellulose), polybutyral de vinyle, PVC, polyamides	10-2
Colorants	Pigments inorganiques et/ou organiques	10-5
Agents de coloration auxiliaires	Par exemple adoucisseurs, cires, cires à plancher, EDTA (n'est plus utilisé en Allemagne)	1-6
Propriétés physiques : Extrait sec : 25 à 40 % ; valeur calorifique nette : > 20 MJ/kg ; point d'éclair < 21 °C.		

Tableau 2.22 : Formulation de base moyenne des encres d'impression flexographique à base de solvants

[18, UBA Germany, 2003] [54, BMLFUW Austria, 2003]

Une formulation classique d'encre flexo destinée à l'impression sur papier est présentée dans le Tableau 2.23 et une formulation classique d'encre à base d'hydrocarbures sans solvants destinée à l'impression sur papier est présentée dans le Tableau 2.24.

Composant	Concentration (% (m/m))
Pigment	20
Vernis en résine maléique	16
Vernis nitrocellulosique	38
Cire	4
Plastifiant	4
Éthanol	11
Acétate d'isopropyle	7

Tableau 2.23 : Encre flexo classique pour impression sur papier disponible dans le commerce
[4, Intergraf and EGF, 1999]

Composant	Concentration (% (m/m))
Pigment organique	12
Résine polyamide soluble dans l'alcool	22
Nitrocellulose (poids sec)	4
Cire	4
Amine d'acide gras	1
Éthanol	29
Alcool n-propylique	18
Acétate de n-propyle	10

Tableau 2.24 : Encre flexo classique à base d'hydrocarbures sans solvants pour impression sur papier disponible dans le commerce
[4, Intergraf and EGF, 1999]

Les encres flexo pour les substrats plastiques et les feuilles métalliques varient considérablement par rapport aux encres utilisées sur papier. Les solvants utilisés ont changé dans le temps, en partie en raison des exigences en matière d'emballage alimentaire et de la réglementation. Les solvants aromatiques de l'encre ont été remplacés par de l'éthanol et de l'acétate d'éthyle et de la MEC dans les adhésifs et les vernis [4, Intergraf and EGF, 1999] [143, EC, 2002/4].

En dehors de la formulation de base générale présentée dans le Tableau 2.22, d'autres exemples d'encres classiques utilisées dans le procédé d'héliogravure peuvent être trouvés ; l'une d'elles est présentée dans le Tableau 2.25. Évidemment, la formulation de l'encre variera considérablement selon le substrat d'impression, les paramètres de la presse et l'utilisation finale du produit fini.

Composant	Concentration (% (m/m))
Pigment	4-12
Pigment extendeur	0-8
Résine	10-30
Plastifiant/cire/additifs	2-10
Solvants	40-60

Tableau 2.25 : Formulation classique d'une encre héliographique disponible dans le commerce
[4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004]

En général, le choix du solvant dépendra de plusieurs paramètres, par exemple de la nécessité d'éviter une attaque du solvant sur un film ou un revêtement à base de solvants, et pour assurer qu'aussi peu de solvant que possible reste dans le produit, en particulier pour les emballages alimentaires. Il n'est que très rarement nécessaire de dévier de l'utilisation de l'éthanol, de l'acétate d'éthyle et du mélange des deux. Occasionnellement, la MEC, l'acétone, le toluène (emballage à des fins médicales) ou l'alcool isopropylique (produit en papier non alimentaire) peuvent être utilisés [4, Intergraf and EGF, 1999, 128, TWG, 2005].

Types d'encres utilisés – à base d'eau

Le Tableau 2.26 présente la composition moyenne d'une formulation de base pour des encres à base d'eau appliquées dans l'impression par héliogravure. Dans les encres à base d'eau, la concentration d'eau dans les encres d'impression du commerce se situe généralement entre 50 et 60 %. Des dispersions aqueuses, comme le copolymère d'acrylate styrolénique, sont principalement utilisées comme liants. En fonction de l'objectif et des résistances désirées, les résines acides qui sont transformées en une forme soluble dans l'eau par saponification avec des substances alcalines (ammoniac ou amines) sont utilisées pour modification. Pendant le procédé de séchage, les amines et l'ammoniac s'échappent et les résines liantes deviennent à nouveau insolubles dans l'eau [18, UBA Germany, 2003].

En tant qu'additifs séchants, de l'éthanol et de l'alcool isopropylique sont ajoutés en faibles concentrations, en dessous de 5 % la plupart du temps. Seulement dans des cas d'exigences très spéciales de vitesse de séchage, par exemple sur les papiers fins, ce pourcentage peut augmenter jusqu'à 25 % [18, UBA Germany, 2003].

Dans la plupart des cas, les formulations contiennent des additifs comme des agents anti-mousse, des agents de mouillage et des biocides. La dilution peut être réalisée avec de l'eau [18, UBA Germany, 2003].

Composant	Composition	Concentration (% (m/m))
Agent liant :		
- composant de solvant aqueux	Eau	50-75
- composant de solvant organique	Alcools (par exemple éthanol, alcool isopropylique)	0-13
- autres composants de liants	Par exemple résines polyester et acrylique, acétate de polyvinyle	10-20
- autres composants de liants	Ammoniac, acides aminés	1-5
Pigments	Pigments inorganiques et/ou organiques	10-20
Agents de coloration auxiliaires	Par exemple cires (les adoucisseurs et les formeurs complexes ne sont pas utilisés en Allemagne)	1-5
	Agents de saponification	1-5
Propriétés physiques : extrait sec : 25 à 40 % ; valeur calorifique nette : > 10 MJ/kg ; valeur de pH approximative : 8		

Tableau 2.26 : Formulation de base moyenne des encres héliographiques à base d'eau
[18, UBA Germany, 2003] [54, BMLFUW Austria, 2003] [76, TWG, 2004]

Une formulation classique d'encre héliographique à base d'eau pour impression sur du papier couché est présentée dans le Tableau 2.27 :

Composant	Concentration (% (m/m))
Résine acrylique	32
Eau	30
Pigment	15
Polymère à phase dispersée acrylique	15
Alcali	2
Anti-mousse	1
Alcool isopropylique	3
Cire dispersante	2

Tableau 2.27 : Formulation classique d'une encre héli à base d'eau pour papier couché disponible dans le commerce

[4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003,128, TWG, 2005]

Une encre flexo à base d'eau classique et performante, utilisée pour l'impression sur du papier et du carton, est présentée dans le Tableau 2.28 :

Composant	Concentration (% (m/m))
Émulsion acrylique	50
Eau	20
Pigment	25
Éthylamine	2
Cire polyéthylène	3
Agent anti-mousse organique	< 1

Tableau 2.28 : Formulation classique d'une encre flexo à base d'eau pour papier et carton disponible dans le commerce

[4, Intergraf and EGF, 1999]

Les encres à base d'eau pour l'impression sur du polyéthylène et du polypropylène auraient généralement des teneurs bien plus élevées en polymère acrylique dispersé (40 %) et des pourcentages bien plus faibles de résine acrylique (5 à 10 %).

Les cartons sont presque toujours vernis, de plus en plus avec des vernis de surimpression à base d'eau. Un vernis résistant à base d'eau adhésif à chaud, adapté au suremballage avec film, pourrait avoir la formulation présentée dans le Tableau 2.29 :

Composant	Concentration (% (m/m))
Résine acrylique dure	15
Alcool isopropylique	20
Eau	15
Émulsion acrylique	35
Amine ou hydroxyde d'ammonium	2
Émulsion de cire	5
Dispersion de cire	5
Anti-adhésif	2
Anti-mousse	1

Tableau 2.29 : Vernis à base d'eau classique pour les cartons dans l'impression par héliogravure

[4, Intergraf and EGF, 1999]

Types d'encres utilisés – UV

Les encres d'impression UV sont de plus en plus utilisées en flexographie. Ces encres sont composées de liants, d'additifs, de photo-initiateurs et de colorants qui sont tous des matériaux solides et ne contiennent pas de solvant. Le séchage, ou plus exactement le durcissement, est la conséquence de la réticulation ou de la polymérisation du film d'impression résultant de l'exposition de la surface imprimante à la lumière UV à ondes courtes.

Quantités d'encre utilisées

La quantité d'encre à base de solvants et à base d'eau consommées dépend surtout de la couleur de l'encre et peu du substrat d'impression ou de la méthode d'impression. Le Tableau 2.30 présente quelques valeurs moyennes.

Couleurs	Application d'encre (pour une couverture théoriquement complète) (g/m ²)
Blanc	1,5-2,0
Couleurs d'accompagnement	1,0-1,5
Demi-teinte	0,5-1,0

Tableau 2.30 : Valeurs moyennes d'application de l'encre

La surface qui est couverte d'encre, en particulier dans l'emballage souple, est déterminée par plusieurs exigences complexes du client, telles que :

- * la qualité de l'image qui doit être imprimée et le type de substrat d'impression
- * le besoin de protéger le produit de la lumière à l'intérieur (généralement dans l'alimentaire)
- * le besoin de fournir une barrière étanche à l'air et d'empêcher la migration des odeurs
- * pour les matériaux qui sont difficiles à mouiller (par exemple les feuilles), une couche primaire est appliquée, elle agit comme un agent adhésif et est appliquée au premier tirage d'impression
- * pour améliorer l'effet des couleurs imprimées sur le plastique transparent ou les feuilles métalliques, la surface est d'abord imprimée en blanc mat avant d'appliquer les couleurs finales
- * pour améliorer les caractéristiques de la surface colorée, par exemple la résistance aux UV ou à l'abrasion, une surface complète de vernissage est utilisée comme dernière étape de la tâche d'impression.

Par exemple, sur les cartons ondulés, la surface couverte d'encre est généralement < 20 %, alors que pour les produits de consommation de grande qualité (par exemple les emballages de chocolat), une surface de couverture > 400 % est atteinte en utilisant une série de revêtements. Les teintes dites « en aplat » atteignent une couverture de 100 % pour l'encre blanche sur du plastique, et les vernis et adhésifs ont aussi un impact important sur la surface totale couverte [76, TWG, 2004].

2.3.3.2.3 Agents de nettoyage

Pour le nettoyage des presses, ce sont principalement les mêmes solvants que ceux présents dans les encres qui sont utilisés. Les imprimeries utilisant des systèmes d'encre à base d'eau sont en général nettoyées avec de l'eau, partiellement avec des mélanges de substances alcalines, comme le bicarbonate de soude et les agents tensio-actifs. Les mélanges d'eau avec des solvants organiques diluables à l'eau sont aussi utilisés. Afin de retirer les encres sèches des petites cavités dans les cylindres de gravure et les rouleaux anilox, des équipements à ultrasons ou d'autres techniques de nettoyage sans solvants peuvent être utilisés. Les jets d'eau sous haute pression sont aussi utilisés sur les rouleaux anilox [18, UBA Germany, 2003] [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004].

2.3.3.2.4 Adhésifs dans le pelliculage

Traditionnellement, la plupart du pelliculage était réalisée avec des systèmes à base de solvants. De tels adhésifs permettent de bons niveaux de brillance et d'adhérence. Les vernis prêts pour la presse contenaient environ 80 % de solvants. Les systèmes d'époxy et d'uréthane sont des alternatives aux systèmes à base de solvants, dans lesquels deux constituants réagissent ensemble pour former un film très résistant. Le mélange des deux composants est nécessaire mais il n'y aura pas d'émissions de solvant. Des adhésifs sans solvants ou des adhésifs de pelliculage UV sont aussi appliqués. Des adhésifs à base d'eau peuvent être utilisés lorsque le papier doit adhérer à une feuille d'aluminium ou de plastique. L'eau s'évapore à travers le papier. Les adhésifs à base d'eau sont les moins utilisés [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004].

2.3.3.2.5 Énergie et ressources

Énergie

La consommation spécifique d'énergie de l'installation d'impression flexographique produisant dans les règles de l'art décrite à la Section 2.3.3.1 est de 0,4 MWh/tonne de produit. Il est à noter que cette imprimerie est équipée d'un traitement des gaz résiduels avec récupération de chaleur [76, TWG, 2004].

Le bilan énergétique de l'installation d'impression flexographique à base de solvants virtuelle décrite dans le Tableau 2.16 est présenté dans le Tableau 2.31, pour une utilisation d'une tonne d'encre.

Entrée basée sur 1 000 kg d'encre d'impression	Étape du procédé	Sortie
<i>Inclus dans le procédé d'impression</i>	Conditionnement de l'encre	
3185 kWh commandes électriques 1010 kWh refroidissement électrique 580 kWh air comprimé électrique	Procédé d'impression	
<i>Inclus dans le procédé d'impression</i>	Nettoyage intermédiaire	
2800 kWh huile thermique (env. 51 % dans les sècheurs intermédiaires et 49 % dans les sècheurs finaux ou charnières) 985 kWh ventilateurs électriques	Séchage de l'encre	
<i>Inclus dans le procédé d'impression</i>	Finition	
350 kWh ventilateurs électriques	Traitement des gaz résiduels	5785 kWh thermique de la récupération d'énergie
Total en entrée : 8910 kWh 6110 kWh électrique 2800 kWh thermique		2985 kWh apport thermique net Total en sortie : 5785 kWh thermique

Tableau 2.31 : Bilan énergétique de l'installation d'impression flexographique virtuelle à base de solvants

[18, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004]

Le bilan énergétique de l'installation d'impression flexographique virtuelle à procédé mixte décrite dans le Tableau 2.16 est présenté dans le Tableau 2.32, pour une utilisation d'une tonne d'encre [76, TWG, 2004].

Entrée basée sur 1 000 kg d'encre d'impression	Étape du procédé	Sortie
<i>Inclus dans le procédé d'impression</i>	Conditionnement de l'encre	
3180 kWh commandes électriques 1010 kWh refroidissement électrique 580 kWh air comprimé électrique	Procédé d'impression	
<i>Inclus dans le procédé d'impression</i>	Nettoyage intermédiaire	
5500 kWh huile thermique (env. 42 % dans les sècheurs intermédiaires et 58 % dans les sècheurs charnières) 980 kWh ventilateurs électriques	Séchage de l'encre	
<i>Inclus dans le procédé d'impression</i>	Finition	
1 300 kWh thermique 350 kWh ventilateurs électriques	Traitement des gaz résiduels	0
Total en entrée : 13000 kWh 6200 kWh électrique 6800 kWh thermique		Total en sortie : 0

Tableau 2.32 : Bilan énergétique de l'installation d'impression flexographique virtuelle à procédé mixte

[18, UBA Germany, 2003]

Les encres UV et à base d'eau nécessitent plus d'énergie pour sécher que les encres à base de solvants. Les encres UV ont besoin de lumière UV pour durcir et d'équipements spéciaux sur la presse. La consommation importante d'énergie des lampes étant transformée en chaleur, de grandes installations de refroidissement sont aussi nécessaires [21, Nordic Council of Ministers, 1998]. Pour les encres à base d'eau, la consommation d'énergie des sècheurs augmente souvent d'environ 10 % [4, Intergraf and EGF, 1999].

2.3.3.3 Émissions – emballages souples

2.3.3.3.1 Émissions dans l'air

Au niveau de l'UE-25 pour l'année 2000 (selon le modèle RAINS), les émissions de COVNM s'élevaient à 127,56 kt, soit 1,2 % du total des émissions de COVNM. L'activité totale correspondait à 91,6 kt d'encre non diluée, et le facteur d'émission moyen s'élevait à environ 1,4 kg de COVNM par kg d'encre non diluée [131, EGTEI, 2005].

Le bilan massique présenté dans le Tableau 2.15 montre que pour une installation d'impression flexographique, des émissions diffuses de COV de 19 % du solvant en entrée peuvent être atteintes bien que la méthode de mesure ne soit pas claire. Pour les imprimeries virtuelles décrites dans les Tableaux 2.17 et 2.18, des émissions diffuses de 16 % et de 15 % respectivement sont calculées comme pouvant être atteintes pour une imprimerie totalement à base de solvants [18, UBA Germany, 2003].

Pour l'héliogravure d'emballage, des émissions totales de 10 % du total en entrée peuvent être atteintes (diffuses et émissions après traitement). Cependant, cela requiert des mesures de réduction des émissions importantes.

Un rapport récent [127, VROM, 2004] a montré que les émissions de COV provenant des installations d'impression flexographique produisant dans les règles de l'art se situaient entre 7,5 et 12,5 % de l'émission de référence (calculée selon la DES [123, EC, 1999]). Les imprimeries plus anciennes qui ont connecté seulement les sources de COV les plus concentrées au traitement des gaz résiduels atteignent 10 à 25 % de l'émission de référence. Des valeurs inférieures peuvent être associées à l'utilisation extensive de produits sans solvants. De même, certaines imprimeries sans équipements de réduction peuvent atteindre moins de 25 % de l'émission de référence mais, par conséquent, peu d'entre elles utiliseront plus de 200 tonnes de solvant par an.

Au total, 29 sources différentes d'émissions ont été distinguées. Cela inclut non seulement les sources des émissions diffuses mais aussi certaines sources d'émissions de gaz résiduels. Quatre groupes de sources d'émissions ont été distingués : la salle des presses (P), l'incinération (O pour « oxydant »), le nettoyage (C) et la préparation de l'encre (I).

Le Tableau 2.33 ci-dessous fournit, pour plusieurs sources, une valeur d'émission classique, des mesures possibles de réduction pour cette source et une valeur d'émission classique après que les mesures de réduction aient été prises. Notes :

- * les valeurs d'émission « classiques » sont fournies pour donner une idée de l'ordre de grandeur. L'émission est exprimée en pourcentage de la consommation de solvants de l'imprimerie. Les valeurs réelles d'émissions peuvent beaucoup varier
- * « n.a » signifie qu'aucune valeur classique d'émission ne peut être fournie. Des émissions provenant de sources comme des « défauts dans les dérivations » ou des « produits à base d'eau contenant des solvants » varient évidemment beaucoup d'une imprimerie à l'autre
- * « très faible » signifie que les émissions totales de toutes les sources « très faibles » peuvent représenter moins de 1 % de la consommation de solvant
- * « négligeable » signifie que l'émission est soit nulle, soit dans un ordre de grandeur inférieur aux émissions « très faibles ». Leur volume total est inférieur à la marge d'erreur des émissions plus importantes.

Groupe	Activité ou source	Émission classique	Mesures possibles de réduction	Après réduction
P	Évaporation provenant des fontaines d'encre pendant la production	5 %	<ol style="list-style-type: none"> 1. Une couverture adéquate des fontaines d'encre 2. Utilisation de chambres à racles 3. Encapsulage des unités de vernissage et de pelliculage 4. Utilisation d'adhésifs à teneur réduite en solvant (voir les techniques pertinentes à la Section 2.4.2) 5. Extraction au sol via les sècheurs 6. Extraction au sol avec envoi à l'incinérateur (voir Section 2.4.2.5.2) 	2,5 %
	Évaporation provenant des unités ouvertes d'ajustement de la viscosité	Très faible	Aucune	Très faible
	Fuites dans les sècheurs dues à des défauts ou à une pression du sècheur supérieure à la pression atmosphérique	n.a.	Une maintenance correcte, une exploitation correcte, des vérifications périodiques (voir Section 20.11.1.2)	Négligeable
	Défauts dans la dérivation des sècheurs (gaz résiduels envoyés dans l'atmosphère plutôt que dans l'incinérateur)	n.a.	En priorité : une exploitation correcte, des vérifications périodiques, des instructions pour les opérations manuelles si possible, des réparations rapides (voir Section 20.11.1.2)	n.a.
	Des émissions de gaz résiduels provenant des presses lorsque celles-ci sont remplies d'encre, mais pas encore en train d'imprimer.	Négligeable	Aucune	Négligeable
	Des émissions de gaz résiduels provenant des presses lorsque celles-ci sont en train d'imprimer à vitesse minimale.	0,1 %	Aucune	0,1 %
	Des émissions de gaz résiduels provenant des presses dans le cas de défauts dans les machines de production	Très faible	Aucune	Très faible
	Des émissions de gaz résiduels provenant des presses lorsque celles-ci sont en train d'imprimer à la vitesse de mise en train. (30 à 60 m/min)	3 - 8 %	Fermeture automatique de la dérivation avant que la vitesse de mise en train ne soit atteinte (voir Section 2.4.2.5.5)	Négligeable
	Nettoyage des sols	1 %	<ol style="list-style-type: none"> 1. Éviter de salir 2. Utiliser des chiffons essorables 3. Utiliser des agents de nettoyage non volatils (voir Sections 20.9 et 20.10.1) 	Très faible
	Évaporation provenant des cylindres ouverts	Négligeable	Les maintenir fermés autant que possible (voir Section 20.2.2.1)	Négligeable
	Solvant résiduel dans l'emballage alimentaire	Très faible	Aucune	Très faible
	Solvant résiduel dans les matériaux imprimés qui ne sont pas des emballages alimentaires	3-10 %	Améliorer le séchage	0,1 %
O	Émissions provenant de l'incinérateur	0,5-1,5 %	(Peut augmenter si des flux d'air supplémentaires chargés de solvant sont envoyés à l'incinérateur)	0,5-1,5 %
	Défauts dans l'incinérateur causant des émissions de gaz résiduels dans l'air	n.a. (0,4 % de l'entrée par jour de défaillance)	<p>En priorité : une exploitation correcte, des vérifications périodiques des instructions pour les opérations manuelles si possible, des réparations rapides (voir Section 2.4.2.5.2)</p> <p>Équiper de techniques par ordinateur, connecter à l'alimentation (voir Section 20.2.3)</p>	Très faible
	Utilisation d'encre, de vernis et d'adhésifs à base de solvants sur	n.a.	Connecter à l'incinérateur lorsque l'incinérateur a une capacité suffisante	n.a.

Groupe	Activité ou source	Émission classique	Mesures possibles de réduction	Après réduction
	des machines non reliées à l'incinérateur		(voir Section 20.11.1.4)	
	Utilisation d'encre, de vernis et d'adhésifs à base de solvants sur des sècheurs non reliés à l'incinérateur	n.a.	Éviter d'utiliser ces sècheurs pour les encres à base de solvants Connecter à l'incinérateur lorsque l'incinérateur a une capacité suffisante (voir Section 20.11.1.4)	n.a.
	Teneur en solvants des produits à base d'eau (les encres contiennent environ 5 % de solvant, les vernis et les adhésifs peuvent être totalement dépourvus de solvants)	n.a.	En priorité : utiliser des produits à base d'eau à la teneur en solvants aussi faible que possible. Autrement : aucune (voir les techniques pertinentes à la Section 2.4.2)	n.a.
C	Procédé de séchage et ventilation dans les machines de nettoyage automatique utilisant des solvants	5 %	1. Ventilation vers l'incinérateur (voir Section 2.4.2.5.2) 2. Utilisation d'agents de nettoyage non volatils (voir Sections 20.9 et 20.10.1)	Négligeable
	Évaporation durant les opérations de nettoyage manuel	1 %	1. Prévenir l'évaporation inutile 2. Empêcher le nettoyage et le séchage manuel après le nettoyage automatique 3. Utiliser des machines de nettoyage automatique autant que possible 4. Utiliser des agents de nettoyage non volatils autant que possible 5. Dans la salle des presses, prévenir la contamination des objets qui ne peuvent pas être nettoyés dans la machine de nettoyage autant que possible 6. Nettoyer en profondeur les rouleaux anilox et cylindres avec des méthodes sans solvants (voir les Section 20.9 et 20.10.1)	0,5 %
	Nettoyage et séchage manuel après le nettoyage automatique	Inclus	Voir le nettoyage manuel (voir Sections 20.9 et 20.10.1)	Inclus
	Nettoyage avec des machines autres que les machines de nettoyage automatique	Inclus	Voir le nettoyage manuel (voir Sections 20.9 et 20.10.1)	Inclus
	Nettoyage des sols	Inclus	1. Éviter de salir 2. Utiliser des chiffons essorables 3. Utiliser des agents de nettoyage non volatils (voir Sections 20.9 et 20.10.1)	Inclus
	Évaporation provenant des cylindres ouverts (solvant, déchets, etc.)	Inclus	Les maintenir fermés	Inclus
I	Évaporation résultant du mélange des encres	Très faible	Systèmes automatiques de mélange des encres, cylindres proches des busettes, refermer rapidement les cylindres après le remplissage (voir Sections 20.2.3 et 20.2.2.1)	Très faible
	Évaporation résultant des tests de couleur	Négligeable	Aucune	Négligeable
	Nettoyage des sols et autres nettoyages	1 %	1. Éviter de salir 2. Utiliser des chiffons essorables 3. Utiliser des agents de nettoyage non volatils (voir Sections 20.9 et 20.10.1)	0,5 %
	Pertes par évaporation provenant des réservoirs	Négligeable	Aucune	Négligeable
	Évaporation provenant des cylindres ouverts	Très faible	Les maintenir fermés (voir Section 20.2.2.1)	Très faible

Tableau 2.33 : Réduction des émissions diffuses provenant de l'impression d'emballages souples [127, VROM, 2004]

Les émissions causées par des défauts dans les sècheurs, par des dérivations ou dans l'incinérateur lui-même peuvent être considérables. La même chose est vraie pour les machines ou les sècheurs non connectés à l'incinérateur et pour la teneur en solvants des encres à base d'eau. Aucune valeur classique d'émission n'est donnée, mais le total des émissions provenant de ces sources peut facilement représenter plusieurs pourcents de la consommation annuelle de solvant.

On peut remarquer que le total des émissions provenant de toutes les autres sources peut varier énormément. Si aucune des mesures de réduction mentionnées dans le Tableau 2.33 n'est appliquée, ce total peut augmenter à bien plus de 25 % de la consommation de solvant. Si toutes les mesures possibles de réduction sont appliquées, le total de ces émissions peut être bien inférieur à 10 % de la consommation de solvant.

Avec plusieurs pourcents d'émissions dues aux défauts et à la teneur en solvants des encres à base d'eau, on peut s'attendre à ce que le total des émissions varie entre 30 et 10 % dans la plupart des imprimeries.

Afin d'atteindre un total d'émissions inférieur à 10 % de la consommation de solvant, il est nécessaire de réaliser la totalité ou la plupart des points suivants :

- * prévenir les défauts de l'incinérateur, des dérivations, des sècheurs, etc. (voir Section 20.11.1.2)
- * conduire les gaz résiduels des sècheurs vers l'incinérateur à la fois automatiquement et avant que la vitesse de mise en train de la presse soit atteinte (voir Section 2.4.2.5.5)
- * connecter l'échappement de la ventilation des machines de nettoyage automatique à l'incinérateur (voir Section 2.4.2.5.2)
- * réduire les émissions dues à l'évaporation dans les fontaines d'encre pendant la production (voir Section 2.4.2.5.2)
- * éviter d'utiliser des produits à base de solvants dans les machines non connectées aux équipements de réduction
- * réduire le solvant résiduel dans les produits imprimés qui ne sont pas destinés à être utilisés comme emballages alimentaires
- * réduire l'utilisation de solvants volatils pour le nettoyage des sols (voir Sections 20.9 et 20.10.1).

Encres

Pour les encres à base d'eau, 0,5 à 1,0 % d'émissions d'ammoniac par kg d'encre en entrée peuvent être attendus. En moyenne, les encres à base d'eau contiennent entre 0 et 10 % de solvants organiques (éthanol ou IPA) qui sera au final émis [18, UBA Germany, 2003].

Il n'y a pas d'émissions dans l'air provenant des encres UV.

Pelliculage et vernissage

Lors de l'utilisation de matériaux à base de solvants (BS), les émissions provenant de ces procédés sont plus importantes que celles provenant de l'impression. Avec les adhésifs à base de solvants, une grande quantité d'air doit circuler dans le sécheur pour maintenir le rapport solvant/air bien en dessous de la limite inférieure d'explosivité (LIE) [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004].

De plus en plus d'adhésifs à deux composants sans solvants et de vernis à base d'eau sont utilisés pour le pelliculage des feuilles en plastique et le vernissage de l'aluminium respectivement. Des adhésifs à base d'eau sont souvent utilisés pour faire adhérer le papier à l'aluminium. Alors que la plupart du temps les encres à base d'eau contiennent encore un peu de solvant, les adhésifs et les vernis à base d'eau n'en contiennent généralement pas.

Nettoyage

Des émissions diffuses de solvant proviennent du nettoyage lorsque la quantité dépend de la manipulation.

Traitement des gaz résiduels

Des incinérateurs modernes régénérateurs peuvent fonctionner sans ajout de combustible (fonctionnement autothermique) lorsque la concentration de solvant dans l'air à traiter est $> 1 \text{ g/m}^3$. À des concentrations supérieures, l'incinérateur peut produire un surplus de chaleur, qui peut être récupéré et utilisé dans les procédés de production. Dans les imprimeries de flexographie et d'héliogravure d'emballage où les flux d'air ont été optimisés, et où une importante part du travail concerne des couvertures à 100 % (comme pour l'encre blanche, les adhésifs et les vernis), des concentrations de 4 à 6 g/m^3 peuvent être atteintes, autrement des concentrations inférieures sont rencontrées [76, TWG, 2004].

Avec l'incinération, des niveaux d'émission $< 100 \text{ mg de C/Nm}^3$ peuvent être atteints et souvent des niveaux de 20 à 50 mg de C/Nm^3 , voir Section 20.11.4.2 [76, TWG, 2004, 128, TWG, 2005].

L'adsorption est aussi appliquée, bien que dans une moindre mesure, voir Section 20.11.6. L'adsorption peut atteindre une efficacité d'élimination jusqu'à 99 % dans l'héliogravure d'édition (voir Section 2.3.4.3), bien que cela ne soit pas habituel car cela nécessite une entrée d'énergie importante pour

la régénération de l'absorbant. Des concentrations $< 20 \text{ mg/m}^3$ sont obtenues dans les gaz propres. La désorption de la vapeur d'eau chaude génère environ 3 à 6 m^3 par kg de solvant récupéré. Dans l'emballage souple, la récupération de solvant par adsorption sur charbon actif est aussi appliquée ; fréquemment en Italie, rarement ailleurs. Lorsque la récupération de solvant est appliquée, la consommation de solvants est limitée autant que techniquement possible à l'acétate d'éthyle, afin de réduire la taille de l'unité d'adsorption, d'éviter les problèmes de déshydratation et de réduire l'occurrence de mélanges azéotropiques d'acétate d'éthyle avec de l'éthanol et de la MEC. La désorption par vapeur d'eau chaude est de moins en moins utilisée dans l'emballage souple, et actuellement la désorption par gaz inerte est la norme. Les taux de récupération varient généralement entre 95 et 95,5 %, avec une concentration de gaz résiduels de 50 à 150 mg de C/m^3 [14, DFIU and IFARE, 2002] [4, Intergraf and EGF, 1999, 128, TWG, 2005].

2.3.3.3.2 Déchets

[128, TWG, 2005]

Substrat d'impression

Du substrat d'impression est gaspillé au lancement d'une nouvelle tâche d'impression et lors des impressions manquées en raison de défauts et lorsque la tranche du rouleau rotatif nécessite un rognage. La quantité dépend du produit, cependant elle représente souvent 10 % du poids du produit fini [18, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004].

Encre

Les pertes d'encres sont dues à trois raisons [4, Intergraf and EGF, 1999] :

- * la quantité d'encre préparée dépasse toujours ce qui est requis pour éviter que les presses soient à court d'encre
- * l'encre qui alimente l'unité d'encrage, mais qui n'est pas utilisée, est stockée et utilisée plus tard sur une tâche répétée pour le même client. La plupart des imprimeries disposent d'importants stocks d'encres prêtes à l'emploi attendant des tâches répétées. Périodiquement, des encres que l'on n'a pas prévu d'utiliser à nouveau sont rejetées
- * le mélange des encres résulte en une mauvaise couleur. Pour corriger cette erreur, plus d'encre doit être ajoutée et, par conséquent, trop d'encre est préparée.

Les surplus d'encres sont rejetés en tant que déchets, ou alternativement sont distillés en interne. Leur teneur en solvants est alors récupérée et utilisée pour des tâches de nettoyage ; le dépôt d'encre est rejeté en tant que déchet.

Cependant, la pratique moderne avec des systèmes informatisés de référencement des couleurs permet une meilleure qualité dès le premier essai, résultant en des déchets d'encre très faibles et des lots de restes minimaux, qui peuvent être utilisés à nouveau pour des couleurs légèrement différentes (voir Section 20.6.3.6). Dans les cas où il n'y a pas de système informatisé pour un mélange correct des couleurs, de 10 % à 20 % de l'encre achetée finit en déchets. Lorsque des systèmes informatisés sont utilisés, la quantité de déchets d'encre est réduite d'au moins 25 à 75 % [18, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004].

Nettoyage

Le nettoyage intermédiaire produit des chiffons sales contenant des solvants, des mélanges sales d'eau et de solvants et des résidus d'encre. Lorsque les agents de nettoyage sont distillés, les déchets résultants, c'est-à-dire le dépôt d'encre, sont largement inférieurs à ceux produits sans récupération [18, UBA Germany, 2003].

Lorsque le nettoyage est réalisé sans utiliser de solvants, les eaux usées peuvent être traitées et rejetées. Les solutions de nettoyage avec des solvants sont généralement traitées en tant que déchets dangereux [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004].

Les agents de nettoyage peuvent être récupérés avec succès par distillation.

Autres

Les autres déchets sont par exemple [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004] :

- * des plaques d'impression photopolymères et caoutchoucs : les manchons en acier, en polyester ou en aluminium sont réutilisés de manière répétée ; les matières polyester et caoutchouc sont collées dessus

- * des conteneurs métalliques non-retournables
- * des mandrins de bobines
- * des déchets de film.

2.3.3.3 Eaux usées

Les eaux usées provenant des procédés d'encre à base d'eau peuvent être traitées et rejetées dans le réseau d'assainissement. La quantité totale d'eaux usées dépend beaucoup des méthodes de travail, et 2 à 3 m³/t d'encre en moyenne sont utilisées et rejetées, provenant principalement du nettoyage intermédiaire et du nettoyage de la machinerie après une tâche. Les caractéristiques de ces eaux usées avant et après le traitement sont présentées dans le Tableau 2.34. Le cuivre n'est pas présent dans le domaine des encres présenté dans le Tableau 2.34 et est susceptible de provenir du papier (voir Section 2.3.2.3.3) [76, TWG, 2004].

Impuretés	Avant traitement (mg/l)	Après traitement (mg/l)
AOX	1500	1
Cu	20	
Hydrocarbures	1 000-5 000	10
DCO	1000	200

Tableau 2.34 : Caractéristiques des eaux usées provenant des procédés d'encre à base d'eau [18, UBA Germany, 2003]

La quantité de dépôt d'encre résultant du traitement des eaux usées diffère selon le traitement appliqué. Des traitements comme la coagulation et la floculation, qui sont très communément appliqués, résultent en des quantités importantes de dépôt par rapport à l'ultrafiltration par exemple [18, UBA Germany, 2003].

Les eaux usées des encres à base d'eau sont généralement rejetées dans le réseau d'assainissement, avec ou sans traitement interne. Après traitement, l'eau peut être réutilisée et le dépôt rejeté en tant que déchet [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004].

2.3.4 Héliogravure d'édition

2.3.4.1 Bilans massiques – héliogravure d'édition

[18, UBA Germany, 2003, 128, TWG, 2005]

En 1999, les résultats d'un inventaire parmi les imprimeries d'héliogravure d'édition en Allemagne ont été rapportés. L'un des résultats de cet inventaire était que les données de performance provenant de différentes unités de différentes installations étaient comparées et utilisées pour simuler une imprimerie virtuelle qui pourrait satisfaire les exigences légales, en particulier celles de la DES [76, TWG, 2004]. Dans la section suivante, un bilan massique est rapporté pour une imprimerie produisant dans les règles de l'art (sélectionnée à partir de cet inventaire), suivi des données de l'imprimerie virtuelle.

Imprimerie produisant dans les règles de l'art

Dans cette section, des données sur une imprimerie produisant dans les règles de l'art provenant de cet inventaire sont rapportées, avec les bilans massiques de l'imprimerie virtuelle. Cette imprimerie virtuelle, comme expliqué plus haut, n'existe pas, elle a été créée à partir des informations provenant d'unités performantes dans différentes installations existantes. L'imprimerie produisant dans les règles de l'art est une imprimerie d'édition moderne avec cinq presses contenant quarante unités d'encrage au total. Les produits sont principalement des magazines et des catalogues qui tous deux doivent être de qualité supérieure. Les données d'exploitation de cette imprimerie produisant dans les règles de l'art sont présentées dans le Tableau 2.35 :

ENTRÉE	Quantité	Unité	Commentaires	SORTIE	Quantité	Unité	Commentaires
Matières premières				Produits			
Pré-produits	3100	t/an		Pré-produits	86367	t/an	Papier et encre
				Déchets			
Substrat d'impression	91300	t/an		Substrat/impressions manquées	8005	t/an	
Encres d'impression	2210	t/an	Vernis inclus	Résidus d'encre/verniss	15,7	t/an	Dangereux
Eau : dont	158150	m ³ /an	Eau de puits	Dépôt	7,5	t/an	Dangereux
	123100	m ³ /an	Refroidissement				
	9000	m ³ /an	Préparation du cylindre	Charbon actif	2,6	t/an	Provenant des adsorbants
	6500	m ³ /an	Chauffage	Eaux usées			
Chiffons	600125	Articles/an qui sont nettoyés	Chiffons réutilisables	Vers les eaux d'égouts	33200	m ³ /an	2418 m ³ /an provenant de l'électro-vernissage
Énergie				Gaz résiduels			
Énergie totale	67509	MWh/an		COV dans le gaz purifié	7,2	t/an	Moyenne * 35 mg de C/m ³
Énergie gazeuse	44051	MWh/an		NO _x provenant de l'installation de combustion	7,6	t/an	Combustion de gaz naturel
Énergie électrique	24011	MWh/an		CO provenant de l'installation de combustion	0,2	t/an	Combustion de gaz naturel
				Diffus			
				COV diffus	365	t/an	

*Note : La moyenne de gaz résiduels de 35 mg de C/m³ est faible et sera associée à un besoin énergétique important [76, TWG, 2004].

Tableau 2.35 : Bilan massique d'une imprimerie d'héliogravure d'édition produisant dans les règles de l'art
[18, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004]

Imprimerie virtuelle

Le bilan des émissions de COV de l'imprimerie virtuelle en utilisant des facteurs d'émission qui sont classiques cette chaque branche, donne les résultats suivants présentés à la Figure 2.10 ci-dessous. Les encres, lorsqu'elles sont achetées, contiennent en moyenne 50 à 55 % de toluène plutôt que 45 (les vernis de gravure contiennent de 45 à 55 % de COV). Cependant, cela n'affecte pas les calculs, car après la dilution, les chiffres s'équilibrent approximativement. Les COV dans les « gaz propres » atteignent un rendement de récupération de 99,9 %, ce qui est exceptionnel et bien inférieur aux bonnes pratiques habituelles, et techniquement très difficile à atteindre et cela créerait un besoin énergétique important. Le flux d'air moyen est de 19 000 Nm³/h, ce qui est inhabituel en pratique et 100 000 m³/h seraient plus probables [76, TWG, 2004].

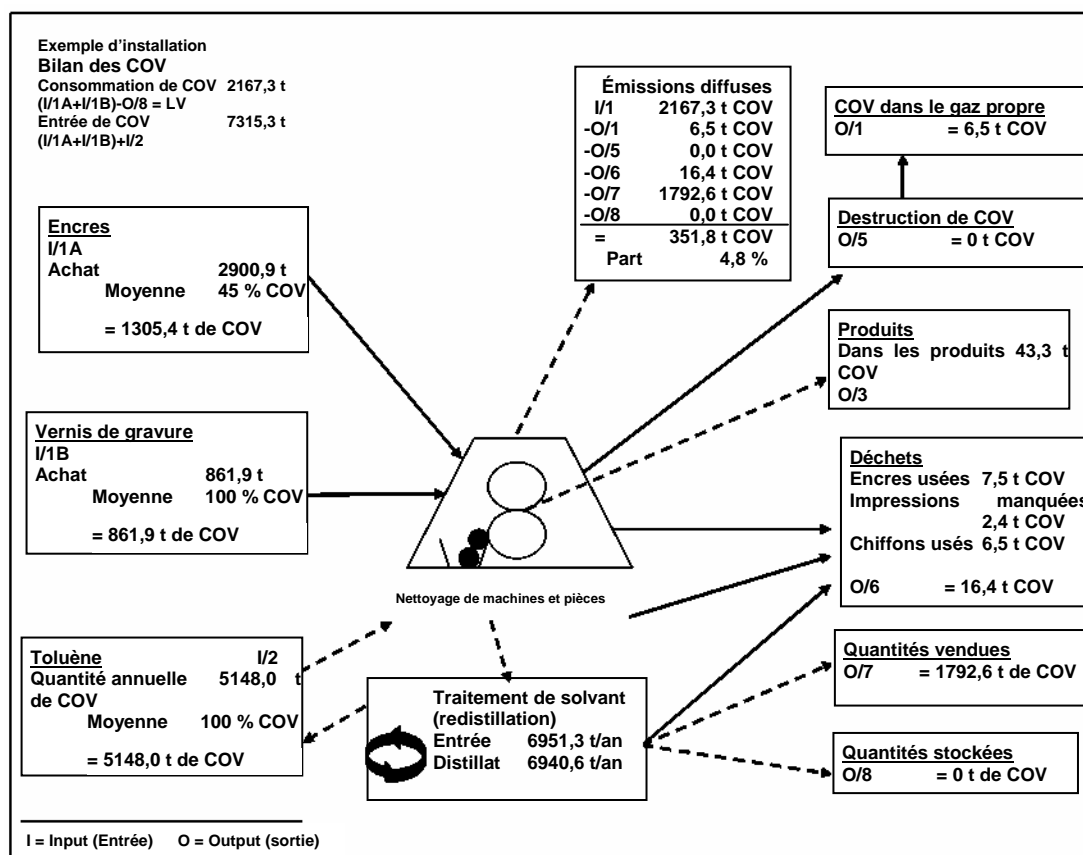


Figure 2.10 : Bilan des émissions de COV d'une imprimerie d'héliogravure d'édition virtuelle [18, UBA Germany, 2003]

Note : « vernis de gravure » devrait être compris comme « extenseur de gravure ». L'extenseur de gravure contient entre 45 et 55 % de toluène et non 100 %. Cela affecte les calculs [128, TWG, 2005]

Le bilan massique est, en théorie, atteint en appliquant les mesures de réduction suivantes :

- * les encres d'impression appliquées sont des encres de rétention (voir l'explication ci-dessous)
- * l'extraction de l'air est appliquée dans les lieux de collecte des résidus d'encres et des chiffons de solvant
- * le nettoyage périodique des contaminations persistantes est réalisé avec de la neige carbonique au lieu de solvants
- * la performance de l'adsorbeur de toluène est continuellement contrôlée
- * l'air séchant provenant de l'adsorbeur de toluène passe dans l'épurateur de gaz résiduels.

Dans les « encres de rétention », la formation d'une peau à la surface de l'encre est retardée par une formulation modifiée. De cette manière, un pourcentage supérieur de toluène contenu dans l'encre d'impression peut être expulsé directement dans l'unité de séchage de l'encre de l'imprimerie [18, UBA Germany, 2003].

Quelques COV essentiels pour imprimer des illustrations sont présentés dans le Tableau 2.36. Ce tableau permet de calculer que, pour chaque tonne d'encre achetée, 1,86 tonnes de toluène (partiellement récupéré et partiellement frais) sont utilisées. Les données provenant des deux imprimeries montrent une entrée spécifique de 1,96 et 1,48 tonnes de toluène respectivement pour chaque tonne d'encre achetée ; voir le Tableau 2.37. Cependant, il n'est pas clair si cela fait référence au ratio de toluène par rapport aux extraits secs ; c'est la seule base précise pour comparer avec l'entrée d'encre [76, TWG, 2004].

Substance	Pression de vapeur à 20 °C (kPa)	Entrée spécifique (% (m/m) de l'encre achetée en entrée)	Utilisation
Toluène	2,9	54,7	Solvant dans l'encre et le vernis de gravure
		100	Diluant dans le procédé d'impression
		2,5 - 7,5 [128, TWG, 2005]	Agent de nettoyage [76, TWG, 2004]
Éthanol	5,9	< 1	Siccatif pour la correction de cylindre
Substitut de térébenthine	0,04	< 1	Agent de nettoyage pour la correction de cylindre
Acétone	24,0	< 1	Agent de nettoyage pour la correction de cylindre

Tableau 2.36 : COV dans l'héliogravure d'édition
[18, UBA Germany, 2003]

	Encre achetée en entrée (t/an)	Consommation totale de toluène (frais et récupéré) (t/an)	Consommation spécifique de toluène (% (m/m) de l'encre achetée en entrée)
Imprimerie 1	1312	2571	196
Imprimerie 2	1475	2179	148

Tableau 2.37 : Consommation spécifique de toluène de deux imprimeries dans les Flandres, en Belgique
[32, Aminal, et al., 2002]

Les bilans de toluène des deux imprimeries d'héliogravure avec au total cinq presses situées dans les Flandres (Belgique) sont présentés dans le Tableau 2.38. Les émissions de toluène diffuses sont de 10 et 6 % respectivement. La technique pour atteindre zéro toluène dans les déchets de l'imprimerie 2 n'a pas encore été identifiée [76, TWG, 2004].

	Impri-merie 1	Impri-merie 2	Unité
Consommation totale de toluène (frais et récupéré)	2571	2179	t/an
Toluène dans les déchets	11	0	t/an
Toluène dans le produit vendu	10	10	t/an
Toluène récupéré et réutilisé sur site	1694	1428	t/an
Toluène récupéré et vendu	599	613	t/an
Émissions			
Émissions de toluène après traitement	1,1	4	t/an
Émissions diffuses de toluène ⁽¹⁾	265	133	t/an
Émissions totales de toluène	266,1 (10 %)	137 (6 %)	t/an (% de la consommation)

⁽¹⁾ Comprend les 10 tonnes de toluène dans le produit vendu.

Tableau 2.38 : Bilans de toluène de deux imprimeries d'héliogravure
[32, Aminal, et al., 2002]

2.3.4.2 Consommations – héliogravure d'édition

2.3.4.2.1 Encres d'impression

Toutes les encres utilisées dans l'héliogravure d'édition sont à base de toluène. Le Tableau 2.39 montre une formulation de base moyenne pour l'héliogravure d'édition. Dans l'imprimerie, les encres de ce type de formulation sont significativement diluées avant d'être utilisées. La concentration de toluène de l'encre prête à l'emploi se situe dans une plage de 70 à 80 % (m/m).

Composant	Composition	Concentration (% (m/m))
Agent liant :		
- composant de solvant	Toluène	50-60
- composant d'agent liant	Par exemple résines phénoliques, résines d'hydrocarbure, éthylcellulose	30-40
Colorants	Pigments organiques et inorganiques	8-20
Agents de coloration auxiliaires	Par exemple cires, dispersants, agents anti-mousse	1-4

Tableau 2.39 : Formulation de base moyenne des encres d'héliogravure d'édition disponibles dans le commerce
[18, UBA Germany, 2003]

La quantité d'encre utilisée dans l'industrie de l'impression d'édition est importante ; une imprimerie moyenne de quatre presses utilise 10 000 tonnes d'encre prête à l'emploi pour la presse par an et aura par conséquent une entrée de solvant d'environ 8000 tonnes. De cette quantité, quelques 7000 tonnes sont récupérées et soit réutilisées, soit revendues au fabricant d'encre [4, Intergraf and EGF, 1999].

Les encres à base d'eau ont été soumises à des expérimentations. Un problème majeur est que, avec les procédés existants de recyclage de papier, le désencrage du papier n'est pas possible. Ceci, ajouté aux vitesses inférieures de presse, aux problèmes d'impression avec les largeurs importantes des rotatives et aux effets croisés, a mené à l'arrêt de leur utilisation [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004].

Un développement réussi des encres d'héliogravure d'édition a conduit à une nouvelle génération d'encres à base de toluène connues sous le nom d'« encres de rétention ». Leur formule a été modifiée de telle manière que le toluène s'évapore plus efficacement dans les sècheurs. Bien qu'elles contiennent environ 5 % de plus de toluène lorsqu'elles sont prêtes à l'emploi pour la presse, elles conduisent à moins d'émissions diffuses. Ces nouvelles encres sont distribuées par plusieurs fabricants [37, CITEPA, 2003] [18, UBA Germany, 2003] [35, Aminal, et al., 2002].

2.3.4.2.2 Agents de nettoyage

Toutes les encres utilisées dans l'héliogravure d'édition sont à base de toluène. Une fois sèches, elles se redissolvent dans le toluène, qui est par conséquent utilisé comme agent de nettoyage. Les données sur les quantités d'agents de nettoyage utilisées ne sont pas disponibles, cependant, la valeur relative du Tableau 2.36 montre que pour chaque tonne d'encre achetée, 2,5 à 7,5 % (m/m) du toluène sont utilisés pour le nettoyage [128, TWG, 2005].

2.3.4.2.3 Énergie et ressources

L'utilisation spécifique d'énergie de l'imprimerie produisant dans les règles de l'art présentée dans le Tableau 2.35 est de 0,8 MWh par tonne de pré-produit.

Le procédé de récupération du toluène utilise entre 2 et 8 kg de vapeur d'eau par kg de toluène récupéré. Lorsque, dans une imprimerie « normale » à quatre presses, environ 7000 tonnes de toluène sont récupérées chaque année, de 20 à 30 000 tonnes d'eau sont nécessaires. Normalement cette eau est réutilisée pour le refroidissement ou, dans le cas d'installations de récupération, est combinée avec de nouvelles chaudières de vapeur d'eau et réutilisée sous forme de vapeur d'eau pour la récupération du toluène. En ce qui concerne l'eau de refroidissement, environ 30 à 50 % de l'eau peut être économisée. Dans les cas où la vapeur d'eau condensée est réutilisée comme eau de chaudière, les économies peuvent atteindre 100 % [4, Intergraf and EGF, 1999, 32, Aminal, et al., 2002].

2.3.4.2.4 Substrats d'impression et autres

Aucune donnée fournie.

2.3.4.3 Émissions – héliogravure d'édition

[128, TWG, 2005]

2.3.4.3.1 Émissions dans l'air

Au niveau de l'UE-25 pour l'année 2000 (selon le modèle RAINS), les émissions de COVNM s'élevaient à 61 kt, soit 0,58 % des émissions totales de COVNM. L'activité totale correspondait à 191,48 kt d'encre, et le facteur d'émission moyen s'élevait à environ 0,32 kg de COVNM/kg d'encre non diluée, ce qui signifie que cette industrie a déjà réduit ses émissions significativement [132, EGTEI, 2005].

De nos jours, toutes les imprimeries d'héliogravure d'édition disposent d'installations de récupération. Malgré la récupération de solvant, une partie de l'entrée de toluène est encore émise. Les équipements de réduction ont un rendement limité, l'air provenant de la salle des presses ou d'autres départements où le toluène est utilisé peut être ventilé vers l'extérieur et d'autres émissions diffuses peuvent survenir [4, Intergraf and EGF, 1999]. Cependant, la teneur en toluène résiduel dans le produit imprimé est de loin la source la plus significative d'émissions de toluène [18, UBA Germany, 2003].

Dans une situation standard, 85 % de l'entrée totale de toluène est récupérée et 2 à 3 % reste dans le produit ; le reste est diffus. En tant que recommandation pour des situations standards dans les Flandres, en Belgique : il y a un facteur d'émission de 0,13 kg de toluène diffus par kg de l'entrée totale (toluène frais et réutilisé) [22, Vito, 1998] [35, Aminal, et al., 2002]. L'imprimerie virtuelle de la Figure 2.10 et les imprimeries du Tableau 2.38 présentent 0,16 , 0,10 et 0,06 kg de toluène diffus par kg de l'entrée totale, respectivement [76, TWG, 2004].

Actuellement, des imprimeries récentes et modernes émettent entre 4 et 10 % de leur entrée totale de solvants et les imprimeries standards entre 10 et 15 %. Ces presses modernes appliquent des encres de rétention et tout l'air de ventilation (des salles et des sècheurs) est envoyé aux installations de récupération de solvant, même lorsque la presse est inactive. Dans une situation normale, seul l'air provenant de la ventilation du sècheur des presses en fonctionnement est envoyé au dispositif de réduction [37, CITEPA, 2003] [4, Intergraf and EGF, 1999] [11, IMPEL, 2000].

Dans les cinq presses d'impression par héliogravure des deux imprimeries de gravure dans les Flandres, en Belgique, l'air des sècheurs est acheminé en continu vers les installations de récupération de solvant, que la presse fonctionne ou non. Pour l'une de ces presses, l'air de ventilation de la salle des presses est aussi envoyé aux installations de récupération. Ces imprimeries appliquent aussi des encres de rétention en conjonction avec des techniques de réduction, elles peuvent réduire leurs émissions totales de toluène à 6,5 % de l'entrée totale [32, Aminal, et al., 2002].

Des installations existantes en Allemagne ont le droit d'émettre 10 % du total de toluène en entrée et pour les nouvelles installations cette limite est de 5 %. Les nouvelles installations et les installations existantes aux Pays-Bas ont le droit d'émettre 8,5 % du total de toluène en entrée. Les imprimeries hollandaises parviennent à cela en extrayant tout l'air des salles où le toluène est utilisé et en l'acheminant vers le système de traitement des gaz résiduaires [35, Aminal, et al., 2002] [29, Netherland, 1996].

En utilisant une gamme de bonnes pratiques, des émissions de 4 à 5 % peuvent être atteintes pour les nouvelles installations, et de 7,5 à 8,5 % pour les installations existantes (exprimées en pourcentage du solvant total, c'est-à-dire de l'entrée de toluène) [76, TWG, 2004].

Dans les paragraphes suivants, des informations concernant les différentes sources d'émission sont présentées.

Encres

La concentration de toluène de l'encre prête à l'emploi pour la presse est d'environ 80 % (m/m), qui seront entièrement émis et dont la majeure partie sera récupérée, excepté 2 à 3 % environ qui resteront dans le produit.

Les encres de rétention peuvent réduire les émissions diffuses de 1 % du total de l'entrée de toluène [35, Aminal, et al., 2002] [76, TWG, 2004].

Agents de nettoyage

Une fois que l'encre est sèche, elle se redissout dans le toluène, qui, par conséquent, est utilisé comme agent de nettoyage. Le nettoyage peut augmenter les émissions diffuses de toluène, cependant les données

sur les quantités ne sont pas disponibles. Les quantités émises seront incluses dans les émissions diffuses ou totales rapportées. Elles dépendront du système de ventilation et de son raccordement aux systèmes de récupération des solvants. Les agents de nettoyage sont généralement distillés et réutilisés [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004].

Les données sur les émissions provenant des agents de nettoyage pour les encres à base d'eau ne sont pas disponibles.

Installation de récupération de toluène

Le toluène est facile à récupérer. Il est bien adsorbé sur le charbon actif et est récupéré par le chauffage du charbon avec de la vapeur d'eau. La vapeur d'eau et les vapeurs de solvant sont condensées et séparées presque complètement. Le toluène est réutilisé partiellement et en partie revendu aux fabricants d'encre [4, Intergraf and EGF, 1999].

Une efficacité d'élimination de 99 % est techniquement possible à atteindre. Cependant, il faut atteindre un équilibre car la consommation d'énergie augmente [35, Aminal, et al., 2002] [76, TWG, 2004].

Contrôle des émissions dans l'air

La Directive relative aux émissions de solvants prescrit une valeur limite d'émission à la sortie du système de traitement des gaz résiduels de 75 mg de C/Nm³ en moyenne sur 24 heures et de 112,5 mg de C/Nm³ en moyenne sur 1 heure. En pratique, la moyenne sur une heure est le niveau limitant du cycle d'adsorption. Il arrive couramment que la moyenne sur 24 heures soit approximativement de 10 à 50 mg de C/Nm³, alors que la moyenne sur 1 heure est seulement atteinte trois ou quatre fois par jour. La surveillance de la moyenne sur 1 heure nécessite une mesure en continu de la concentration des émissions, tandis qu'un contrôle sur une longue période ou qu'un contrôle du volume est plus simple et plus économique.

2.3.4.3.2 Déchets

Encres

Dans la plupart des cas, la tâche est réalisée avec quatre encres de couleur standards avec très peu de mélanges d'encre. Les presses fonctionnent en quarts de travail et ne sont arrêtées que les week-ends ou pendant les vacances, si ce n'est jamais. Seule une faible proportion de l'encre devient des déchets et la réutilisation des retours de presse est une pratique normale [4, Intergraf and EGF, 1999].

Les restes d'encres de couleur sont généralement mélangés avec de l'encre noire et donc réutilisés, ce qui permet d'économiser de l'encre noire. Les déchets d'encre peuvent être distillés pour récupérer le toluène. Le dépôt de la distillation, qui est d'environ 20 % du poids d'origine des déchets d'encre, est rejeté. Cependant, en raison des faibles quantités de toluène récupérées, la distillation est rarement appliquée car les équipements requis sont relativement coûteux [4, Intergraf and EGF, 1999].

2.3.4.3.3 Eaux usées

Le procédé de récupération du toluène utilise entre 2 et 8 kg de vapeur d'eau par kg de toluène récupéré. Lorsque, dans une imprimerie « normale » à quatre presses, environ 7000 tonnes de toluène sont récupérées chaque année, de 20 à 30 000 tonnes d'eau sont nécessaires. La vapeur d'eau condensée contiendra du toluène à sa solubilité maximale d'environ 0,05 %, dans une plage de 0,38 à 0,54 g/l. Le toluène est sur la liste II (la liste noire de l'UE) des substances pour l'eau, d'après la Directive 76/464/CEE [4, Intergraf and EGF, 1999] [11, IMPEL, 2000] [76, TWG, 2004].

La vapeur d'eau condensée est strippée du toluène par bullage d'air ; la concentration de toluène dans l'eau rejetée est d'environ 1 à 10 mg/l. Le rejet des imprimeries « normales » ci-dessus sera d'environ 0,1 à 0,3 kg de toluène par an [4, Intergraf and EGF, 1999] [11, IMPEL, 2000].

2.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour l'impression

Dans ces sections, les secteurs suivants sont traités :

- * l'impression offset à sécheur thermique (voir Section 2.4.1)
- * l'impression flexographique et l'héliogravure d'emballage (voir Section 2.4.2)
- * l'héliogravure d'édition (voir Section 2.4.3).

Ces procédés sont ceux qui sont le plus susceptible de dépasser le seuil défini dans l'Annexe I (6.7) de la Directive IPPC. En soi, une installation utilisant l'offset feuille à feuille ne devrait pas dépasser le seuil IPPC, mais l'activité peut être utilisée dans des installations imprimant en offset à sécheur thermique au-dessus du seuil IPPC, par exemple pour la production de magazines. Par exemple, l'offset feuille à feuille est utilisée pour les couvertures (« glacées ») des magazines, alors que les pages intérieures sont imprimées en offset à sécheur thermique. Tandis que les grandes imprimeries offset coldset impriment généralement avec peu ou pas de solvants, certaines d'entre elles utilisent plus de 200 t/an de solvants pour le nettoyage. Cette pratique a cessé dans certains pays en raison d'exigences de santé et de sécurité, mais elle peut encore exister dans d'autres pays [114, Jepsen, 2005].

D'autres procédés d'impression peuvent être présents dans la même imprimerie, ou peuvent dépasser le seuil de l'Annexe I (6.7) de la Directive IPPC. Pour de telles activités, les techniques générales à prendre en considération pour déterminer les MTD (voir le Chapitre 20) sont applicables, des techniques présentées dans cette section peuvent aussi être appropriées.

Le document de synthèse EGTEI concernant l'impression offset à sécheur thermique, la flexographie et l'héliogravure d'emballage, ainsi que l'héliogravure d'édition (voir l'Annexe 24.1.1) donne des informations sur la rentabilité au niveau européen de certaines techniques de réduction des émissions de COV. Néanmoins, l'approche de l'EGTEI doit nécessairement limiter sa complexité et seules les principales techniques sont fournies, sans prendre en compte les autres facteurs MTD, comme les effets croisés ou les caractéristiques techniques des installations et des produits individuels. Dans l'industrie de l'impression, il y a une gamme plus complexe de techniques à prendre en considération pour les MTD [130, EGTEI, 2005] [131, EGTEI, 2005] [132, EGTEI, 2005].

Dans ces trois secteurs de l'impression, des thèmes communs sont présentés, comme la substitution des encres à base de solvants, l'extraction et le traitement des gaz résiduels et le nettoyage. Chaque secteur est présenté individuellement car les informations détaillées sont spécifiques du secteur.

2.4.1 Impression offset à sécheur thermique

[128, TWG, 2005]

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer à l'industrie de l'impression. Le Tableau 2.40 présente les techniques générales applicables à l'impression offset à sécheur thermique. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 2.40 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

2.4.1.1 Encres traditionnelles à séchage thermique

Description : Les constituants de base des encres offset sont : des pigments, des liants (résines, vernis, huile minérale) et des additifs (substances séchantes). De plus, certaines substances (huiles/diluant d'impression, pâtes résistantes au frottement, agents lustrants, ralentisseurs de séchage, etc.) sont ajoutées aux encres pour ajuster leurs propriétés. La teneur en liant des encres (fractions pétrolières à haut point d'ébullition et huiles végétales) utilisées dans les procédés d'impression offset sur rotative à sécheur thermique est d'environ 25 à 50 %.

Avantages pour l'environnement : La part de solvant de ces encres est à point d'ébullition élevé et est en partie évaporée dans les sècheurs.

Effets croisés : Contient des huiles minérales provenant de sources non renouvelables.

Données d'exploitation : Voir Section 2.3.2.2.2.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999]

2.4.1.2 Remplacement des encres traditionnelles à séchage thermique (substitution)

2.4.1.2.1 Encres basées sur des huiles végétales

Description : Les encres basées sur des huiles végétales, comme l'huile de soja, peuvent parfois remplacer les huiles minérales dans l'encre traditionnelle.

Avantages pour l'environnement : L'avantage principal est que les encres végétales sont réalisées à partir de sources renouvelables et que le dépôt généré lors du désencrage de la matière imprimée sera davantage biodégradable.

Le nettoyage peut être réalisé avec de l'eau et des détergents.

Il est courant de considérer les encres sans huiles minérales comme des technologies plus propres, bien qu'une analyse du cycle de vie entier ne soit pas connue. Ces encres sont préférées aux encres à base d'huile minérale selon le critère de labellisation Nordic Swan.

Effets croisés : Les encres végétales ont tendance à adhérer fortement aux fibres, rendant le désencrage difficile.

Données d'exploitation : Dans les procédés à sécheur thermique, ces encres ne sont pas couramment utilisées, voir Applicabilité ci-dessous.

Applicabilité : Cette technique n'est pas appliquée en impression offset à sécheur thermique, où les huiles minérales sont évaporées, les huiles végétales ne s'évaporant pas assez rapidement. Elles sont appliquées seulement en impression offset feuille à feuille, où les huiles ne s'évaporent pas mais durcissent par oxydation. Les encres et les vernis à base de végétaux ne sont pas applicables à l'impression de journaux.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [11, IMPEL, 2000] [53, US EPA et al., 2003] [76, TWG, 2004]

2.4.1.3 Réduction des émissions de la solution de mouillage

Il faut noter que lorsque les pourcentages d'IPA sont présentés, il n'est pas toujours clair si le pourcentage concerne le volume ou le poids. La différence est assez importante pour être prise en considération [76, TWG, 2004].

Outre les exigences techniques de la presse, un certain nombre de questions affectent significativement la possibilité de réduction ou de substitution de l'IPA :

- * les changements à la surface du papier imprimé (différents types de revêtements, absence de revêtement, différents degrés de calandrage, etc.) nécessitent des changements de nombreux réglages de précision de la presse. Ces changements prennent du temps de presse et augmentent la quantité de papier perdue lors de la mise en train. Lorsque de l'IPA est utilisé, de tels changements à la surface du papier peuvent être réalisés plus rapidement et avec moins de pertes de papier que lorsque l'IPA a été réduit ou substitué. Lorsqu'il y a des changements fréquents à la surface du papier, la réduction ou la substitution d'IPA peut avoir un effet économique particulièrement négatif

- * en cas de couverture d'encre importante (pourcentage de la surface qui porte réellement de l'encre), l'utilisation d'IPA permet à certaines zones très petites de rester sans encre. En cas de couverture totale d'encre, l'utilisation d'IPA empêche mieux l'apparition de petites gouttes d'eau qui entraînent l'apparition de taches blanches sur les surfaces entièrement imprimées. Lorsque des couvertures d'encre importantes ou totales sont fréquentes, réduire ou substituer l'IPA peut ainsi résulter en une augmentation substantielle du nettoyage intermédiaire du cylindre de blanchet et de la plaque

- * lorsque les compétences, la formation et l'expérience des opérateurs de presse ne sont pas d'un niveau très élevé, il est presque inévitable que la réduction ou la substitution de l'IPA se traduisent par un échec. De même, un opérateur expérimenté qui continue d'appliquer des méthodes traditionnelles réduira significativement les chances de réussite d'une réduction d'IPA.

Voir aussi les techniques générales de substitution, Section 20.10.

2.4.1.3.1 Remplacement de l'IPA dans la solution de mouillage (substitution)

Description : Il existe des additifs qui permettent des concentrations d'IPA inférieures dans la solution de mouillage. La plupart de ces additifs sont des éthers de glycol. Ils sont ajoutés dans des concentrations d'environ 1 %, ou parfois de 3 à 5 % selon l'additif, dans la solution de mouillage. Certains additifs sont censés remplacer totalement l'IPA, d'autres sont conçus pour une utilisation combinée avec de faibles concentrations d'IPA. De l'éthanol est parfois utilisé pour remplacer l'IPA, car il est considéré comme un « éco-solvant » (voir Effet Croisés, ci-dessous).

Les additifs qui donnent de bons résultats et ont un faible potentiel de formation d'ozone (voir Section 20.10.2) sont les suivants :

- * propylène glycol
- * glycérol
- * di-hydro-3-méthyle-2,5-furandion
- * butyldiglycol.

Avantages pour l'environnement : Des concentrations d'IPA comprises entre 2 et 8 % (les chiffres réels dépendent de la méthode de mesure utilisée) sont atteignables et, dans certains cas, il est possible de fonctionner sans IPA. Les éthers de glycol s'évaporent aussi et représentent des émissions de COV, mais les émissions seront inférieures à celles de l'IPA substitué. Cependant, cela pourrait ne pas participer à l'objectif de réduction des émissions de COV visant à empêcher la formation d'ozone. Le potentiel de formation d'ozone de certains éthers de glycol peut être 10 fois supérieur à celui de l'IPA si la même quantité s'évapore.

Effets croisés : Certains additifs étaient suspectés d'avoir de graves conséquences sur la santé et la sécurité, mais ils ne seraient pas sur le marché actuellement. Les documents concernant la sécurité devraient, par conséquent, être étudiés avant d'utiliser l'additif. Cependant, il doit être souligné que les additifs énumérés ci-dessus ont tous des limites d'exposition professionnelle substantiellement inférieures à celle de l'alcool isopropylique.

Ces additifs devraient être utilisés lorsqu'il est clair que l'évaporation est inférieure par rapport au cas de l'alcool isopropylique.

Parfois, de l'éthanol est utilisé pour remplacer l'IPA ; cependant, cela devrait être évité, le potentiel de formation d'ozone de l'éthanol étant le double de celui de l'IPA. Ceci, associé à une pression de vapeur qui est d'un tiers supérieure à celle de l'IPA, aura seulement un impact négatif sur l'environnement.

Données d'exploitation : La réduction de la consommation d'IPA n'est pas automatiquement le résultat de la substitution. Les spécifications des produits à imprimer, la combinaison d'encre du papier, le climat local et la compétence du personnel de la salle des presses déterminent en grande partie si la substitution produira l'effet désiré.

L'utilisation de cylindres de distribution en céramique, chromés ou hydrophiles, en association avec des rouleaux de plaque hydrophiles, participent à l'utilisation partielle des substituts d'IPA, voir Section 2.4.1.3.3

Applicabilité : Applicable aux imprimeries offset à sécheur thermique.

Aspects économiques : Les coûts de l'IPA sont de 0,55 EUR par litre, et les coûts du substitut d'environ 1 à 1,50 EUR par litre. La quantité d'additifs nécessaires pour remplacer l'IPA étant inférieure, les coûts sont les mêmes dans l'ensemble. Cependant, changer pour une autre technologie implique toujours des coûts en raison de la perte de production lors du changement.

Moteurs de la mise en œuvre : DES. Santé et sécurité : environ 90 % d'IPA s'évapore dans la presse et n'atteint jamais le papier, nécessitant une ventilation importante.

Installations de référence : Impress Group, Lint, Anvers, Belgique (l'IPA est complètement substitué).

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [35, Aminal, et al., 2002] [29, Netherland, 1996] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.1.3.2 Optimisation de la concentration d'IPA dans la solution de mouillage

Description : La concentration d'IPA dans la solution de mouillage est réduite autant que possible. Il y a plusieurs facteurs :

- * le réglage de la presse d'impression doit se faire plus rapidement
- * pour atteindre des conditions d'impression reproductibles à une concentration d'IPA réduite, une mesure exacte et continue de la concentration d'IPA est requise, par exemple par des systèmes de mesure infrarouges ou à ultrasons
- * pour assister l'impression à des concentrations faibles d'IPA, des encres adaptées sont utilisées, elles sont capables d'absorber plus d'eau que les encres à séchage thermique normales
- * les plaques offset ayant un revêtement adapté peuvent être couvertes d'une quantité plus importante d'eau que les plaques à sécheur thermique normales, tout en n'humidifiant pas les parties de la plaque portant l'encre
- * un réglage exact de la dureté de l'eau et de la valeur du pH, et une simple surveillance de la qualité de l'eau, est un prérequis pour atteindre une concentration d'IPA aussi faible que possible.

Avantages pour l'environnement : En offset à sécheur thermique, la concentration d'IPA varie généralement entre 8 et 18 %. Cela signifie que pour les rotatives existantes, une réduction moyenne de 26 % peut être atteinte. Pour les nouvelles rotatives et les rotatives récentes, cette réduction est de 65 %.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : La mesure exacte des concentrations d'IPA est difficile. Les dispositifs automatiques de mesure d'IPA sur la plupart des presses sont habituellement de conception simple, et sont influencés par la température et la présence d'autres additifs. Cependant, dans des circonstances comparables, ils donnent des résultats comparables, ils peuvent donc être utilisés à des fins de contrôle de la qualité, même s'ils n'indiquent pas toujours correctement la concentration exacte d'IPA. Il n'est pas nécessaire d'utiliser des dispositifs de mesure sophistiqués pour être capable de réduire au maximum la consommation d'IPA.

Applicabilité : Toutes les imprimeries offset à sécheur thermique appliquant de l'IPA.

Aspects économiques : Les coûts d'un système de mesure infrarouge en continu étaient compris entre 70 000 et 100 000 EUR par presse en Finlande en 2002.

Moteurs de la mise en œuvre : Bien que la DES ne prescrive pas un pourcentage maximum d'IPA, elle limite les émissions diffuses provenant de l'impression à sécheur thermique, et afin d'atteindre cette limite, tous les efforts devraient être entrepris pour réduire la concentration d'IPA dans la solution de mouillage.

En Allemagne, la concentration d'IPA dans le procédé à sécheur thermique est limitée à un maximum de 8 %.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999, 18, UBA Germany, 2003] [29, Netherland, 1996, 76, TWG, 2004]

2.4.1.3.3 Rouleaux de plaque et de distribution en céramique, en métal et hydrophiles

Description : Application d'un rouleau en céramique, chromé ou hydrophile associé à des rouleaux de plaque hydrophiles. Les rouleaux de plaque hydrophiles sont composés de caoutchouc souple. Ces rouleaux peuvent former un film de mouillage particulièrement fin et incassable sur le rouleau de plaque avec des concentrations inférieures d'IPA.

Ces rouleaux sont aussi appliqués avec succès dans les situations où l'IPA est substitué en partie.

Avantages pour l'environnement : Les concentrations d'IPA peuvent être réduites de 2 à 3 %, selon la concentration de départ.

Effets croisés : Le caoutchouc souple est endommagé plus rapidement que les rouleaux de plaque en caoutchouc dur et doit être remplacé plus fréquemment, d'où une quantité plus importante de déchets. Les rouleaux en céramique doivent aussi être remplacés plus fréquemment que les rouleaux en acier chromé.

Données d'exploitation : Le type de rouleau distributeur donnant les meilleurs résultats, en céramique ou chromé, dépend du type de presse. Les rouleaux en céramique nécessitent plus de temps de maintenance et de nettoyage.

Dans une imprimerie offset en Norvège où l'IPA est partiellement substitué, le niveau d'IPA a pu être réduit de 15 % à 4 %, ce qui a conduit à une réduction de la concentration d'IPA dans l'air au-dessus de la presse de l'ordre de 77 à 90 %.

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée et est applicable dans toutes les imprimeries utilisant de l'IPA. Cependant, les rouleaux en céramique ou en métal sont moins utilisés de nos jours. Les rouleaux hydrophiles sont utilisés, ont le même effet, et sont moins coûteux.

Aspects économiques : Les coûts des rouleaux de plaque hydrophiles sont les mêmes que pour les rouleaux en caoutchouc dur et varient de 250 à 1 000 EUR chacun. Cependant, ils doivent être remplacés plus souvent. Les rouleaux en céramique coûtent entre 2 500 et 3 000 EUR chacun. Les coûts totaux du remplacement des rouleaux de distribution par des rouleaux en céramique dépendent de la taille de la presse. De plus, les rouleaux en céramique doivent être remplacés plus souvent que les rouleaux chromés (ces coûts datent de 1997 environ).

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Imprimerie norvégienne.

Littérature de référence : [35, Aminal, et al., 2002] [4, Intergraf and EGF, 1999] [21, Nordic Council of Ministers, 1998,76, TWG, 2004]

2.4.1.3.4 Réglage exact des rouleaux encres

Description : Un réglage parfait de la position relative des rouleaux et du cylindre porte-plaque permet d'obtenir des concentrations inférieures d'IPA. Des réglages à peine mal ajustés sont une cause de rupture du film aqueux. L'ajout d'IPA rend la solution de mouillage moins sensible à ce phénomène.

Avantages pour l'environnement : Permet l'utilisation de concentrations faibles d'IPA.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les nouvelles presses sont généralement équipées pour un réglage exact des rouleaux. Aucune mise à niveau n'est possible.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [115, Intergraf, 2005] [128, TWG, 2005]

2.4.1.3.5 Application d'un système de pulvérisation dans l'unité de mouillage

Description : Dans un système de mouillage par pistolement, les buses utilisées pour pulvériser la solution de mouillage ont un mouvement oscillatoire qui permet d'alimenter la solution de mouillage de manière plus linéaire par rapport aux systèmes traditionnels, comme le système de rouleau.

Avantages pour l'environnement : La pulvérisation nécessite des concentrations inférieures d'IPA par rapport à l'application de la solution par un système de rouleau.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Cette technique ne permet pas un dosage exact du film d'eau très fin et n'est donc pas applicable à l'impression à sécheur thermique.

Cette technique est utilisée dans l'impression de journaux (coldset) où une quantité plus importante d'eau est utilisée car cela permet de retirer la poussière de papier. Dans l'impression de journaux, il est possible d'atteindre des concentrations d'IPA très faibles ou sans IPA. Cela est seulement possible parce que ces films d'eau très fins ne sont pas nécessaires, car il y a rarement une couverture d'encre très importante et le papier peut facilement absorber tout l'excédent. Cette technique n'est pas transférable à l'impression offset à sécheur thermique.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : La DES, la santé et la sécurité et des raisons économiques (l'automatisation du fonctionnement de la presse nécessite la capacité d'effectuer des réglages très précis).

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [76, TWG, 2004]

2.4.1.3.6 Refroidissement de la solution de mouillage

Description : Les systèmes de circulation et de dosage des solutions de mouillage contenant de l'IPA sont refroidis à des températures comprises entre 8 et 15 °C pour réduire l'évaporation d'IPA.

Avantages pour l'environnement : Deux tiers de l'entrée d'IPA est déjà évaporée avant d'atteindre les rouleaux mouilleurs et la plaque d'impression. Au moment où la solution de mouillage atteint la plaque d'impression, la concentration d'IPA est de seulement 1 % environ. Refroidir la solution réduit le taux d'évaporation.

La concentration sur la plaque est très difficile à mesurer à cause du film d'encre très fin. Les informations concernant la concentration d'IPA restante sur la plaque sont présentées dans le GTE Intergraf. La conclusion a été trouvée à la fin des années 80 grâce à des calculs de modélisation.

Effets croisés : Le refroidissement nécessite de l'énergie.

Données d'exploitation : La plupart des presses sont équipées en standard d'un système de refroidissement.

Applicabilité : Appliqué couramment aux imprimeries offset à sécheur thermique.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [35, Aminal, et al., 2002, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.1.3.7 Refroidissement des rouleaux mouilleurs et des cylindres porte-plaques

Description : Le refroidissement des rouleaux mouilleurs et des cylindres porte-plaques réduit la température et l'évaporation de la solution de mouillage appliquée.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les températures de refroidissement sont comprises entre, par exemple :

- * rouleaux mouilleurs : 28 à 29 °C
- * cylindres porte-plaques : 28,5 à 32 °C

Applicabilité : Aucune mise à niveau n'est généralement possible.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [128, TWG, 2005]

2.4.1.3.8 Retrait des solutions d'IPA de l'unité de mouillage

Description : Retrait de la solution de mouillage du système de mouillage pendant les arrêts de la presse, la nuit ou les week-ends par exemple. Des systèmes automatiques sont disponibles.

Avantages pour l'environnement : Une réduction des émissions d'IPA.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : De nos jours, dans la plupart des imprimeries, la quantité de solution d'IPA pompée en continu est toujours supérieure à ce que la presse utilise. L'excédent est reconduit vers le réservoir, où des ajouts d'IPA sont réalisés. La technique ne peut être appliquée avec succès que lorsque les presses fonctionnent 24 heures sur 24, ce qui est généralement le cas dans les imprimeries à sécheur thermique excédant les seuils définis dans l'Annexe I (6.7) de la Directive IPPC.

Applicabilité : Applicable aux imprimeries offset à sécheur thermique.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [35, Aminimal, et al., 2002] [4, Intergraf and EGF, 1999] [11, IMPEL, 2000] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.1.4 Filtrage de la solution de mouillage

Description : La solution de mouillage est pompée en continu. Un dispositif de filtration peut prolonger la durée de vie de la solution de mouillage. Lorsque d'autres substances sont substituées par de l'IPA, l'eau est contaminée plus rapidement et le filtrage pendant la recirculation réduit la consommation d'eau et la production de déchets (qui peuvent être dangereux).

Avantages pour l'environnement : Moins d'eau est consommée et donc moins d'eau est rejetée en tant qu'eaux usées.

Effets croisés : Le filtrage nécessite de l'énergie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Applicable à toutes les imprimeries offset à sécheur thermique fonctionnant avec de faibles concentrations d'IPA.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.1.5 Contrôle de la dureté de l'eau de la solution de mouillage

Description : Les solutions de mouillage sont préparées, surveillées, refroidies et filtrées de manière centralisée, et alimentent toutes les presses de l'imprimerie. La dureté de l'eau est variable selon les régions, ce qui influence la qualité de la solution de mouillage et son degré d'émulsification dans l'encre. Traiter l'eau brute par déminéralisation et équilibrage de la dureté (reminéralisation à un niveau prédéterminé) facilite la définition de la quantité d'additifs requise et améliore la qualité de la solution de mouillage.

Le traitement peut être réalisé par échange d'ions et/ou osmose inverse. Par exemple, la teneur en calcium de l'eau brute peut être réduite par osmose inverse et la dureté ajustée à sa valeur optimale, entre environ 70 et 140 ppm de CaCO_3 .

Avantages pour l'environnement : Un dosage plus précis des additifs, y compris de l'IPA, est possible, et le refroidissement et le filtrage sont plus efficaces. Cela entraîne une baisse de la consommation d'énergie, d'eau et de matières premières en raison de la quantité inférieure d'impressions manquées. Si de l'IPA est appliqué, cela entraînera moins d'émissions d'IPA dans l'air. Cependant, dans un système centralisé, la concentration d'IPA (ou de tout autre substitut) sera ajustée à la presse qui a besoin de la concentration la plus importante.

Effets croisés : La déminéralisation de l'eau nécessite de l'énergie et des produits chimiques. L'osmose inverse nécessite de l'énergie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Cette technique est appliquée dans les grandes imprimeries offset à sécheur thermique, mais peut ne pas être avantageuse lorsque l'eau est d'une composition adaptée et constante.

Aspects économiques : L'installation de cette technique dans les nouvelles installations ou dans les imprimeries où peu de nouvelles presses sont installées n'est pas très coûteuse. Les coûts de mise à niveau sont importants.

Moteurs de la mise en œuvre : Un système automatique permet un meilleur contrôle de la qualité, ainsi qu'un meilleur contrôle de la consommation d'IPA.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [35, Aminal, et al., 2002] [21, Nordic Council of Ministers, 1998, 76, TWG, 2004]

2.4.1.6 Offset sans eau

Description : L'offset sans eau est une technique d'impression offset qui n'utilise pas la séparation eau/huile pour assurer que l'encre ne couvre que les parties de la plaque portant l'image : la séparation est réalisée par des plaques et des encres spéciales. En impression offset normale, la plaque est hydrophobe sur les endroits portant l'image et hydrophile ailleurs. L'eau est utilisée pour assurer que les encres huileuses ne s'attachent pas aux parties de non-image. En impression offset sans eau, les parties de non-image ont un revêtement qui réalise le même effet. Aucune eau n'est requise.

Avantages pour l'environnement : Aucune solution de mouillage n'est requise, éliminant ainsi toutes les émissions à la source, en particulier celles d'IPA. Il y a une économie de matières premières (papier et

encre), cependant ces avantages peuvent disparaître si un nettoyage supplémentaire est requis pour des tirages plus longs avec sécheur thermique.

Effets croisés : Comme il n'y a pas de solution de mouillage, l'offset sans eau requiert des méthodes supplémentaires pour évacuer la chaleur de l'unité d'impression et le refroidissement supplémentaire nécessite de l'énergie. Cependant, aucune énergie n'est requise pour la solution de mouillage.

Les systèmes de contrôle de la température de l'encre sont utilisés en standard sur les presses offset sans eau. Les autres systèmes supplémentaires de contrôle de la température peuvent constituer des moyens adaptés pour mieux stabiliser et contrôler la température dans l'impression offset sans eau. Les systèmes de contrôle incluent : des systèmes séparés de contrôle de la température du rouleau preneur, des systèmes de contrôle multizones de la température, des systèmes de contrôle des cylindres porte-plaques, des systèmes de contrôle de la température du cylindre du blanchet caoutchouc et des systèmes de refroidissement de l'huile et/ou des roulements.

Données d'exploitation : La technique a des avantages différents de l'offset « normal ». Sa qualité d'impression est meilleure et la mise en train est plus rapide. Le procédé fonctionne de manière plus fluide.

Applicabilité : La technique est généralement applicable pour des tâches en couleur de grande qualité et/ou des tirages courts : il s'agit généralement de feuille à feuille, bien que les tirages à sécheur thermique soient en train de diminuer en longueur. La technique a été appliquée en impression à sécheur thermique, voir Installations de référence ci-dessous.

Pour les presses à sécheur thermique, les questions suivantes ont été soulevées :

- * le procédé sans eau ne piège pas la poussière de papier, nécessitant donc des papiers de qualité supérieure et/ou davantage de nettoyage. Pour empêcher cela, le papier n'est pas humidifié, comme il l'est lors des multiples passes dans l'impression offset en couleurs
- * la durée de vie des plaques sans eau n'est pas bien établie et est rapportée comme étant d'un maximum de 100 000 à 300 000 tours
- * les plaques sans eau sont plus sensibles à la rayure, par exemple pendant les opérations de nettoyage
- * les systèmes sans eau utilisent moins de rouleaux, ce qui limite la quantité d'encre transférée et les réglages précis sur la presse. Les fournisseurs indiquent que comme aucune solution de mouillage n'est transférée, une quantité plus importante d'encre peut être transférée, et une nouvelle presse a été installée sans encrage
- * la gamme de couleurs d'encres a été limitée bien que le spectre puisse être aujourd'hui plus large.

Aspects économiques : Les presses, les plaques et les encres sont plus coûteuses que celles utilisées en offset « normal », cependant il n'y a pas de coûts d'alcool isopropylique, d'eau et de solutions de mouillage et le temps de mise en train est inférieur, d'où des coûts de papier et d'encre inférieurs. Cependant, des tirages plus longs peuvent nécessiter plus d'opérations de plaques et de nettoyage.

Moteurs de la mise en œuvre : Réaliser une tâche de très grande qualité. La réduction de la consommation de produits chimiques améliore la santé et la sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Toppan printing, Hokuseisha, Seikousha, Aika, GAO, Kousolu offset, Sanesu (toutes ces installations sont au Japon). En Europe, il y a beaucoup de presses feuille à feuille, 25 presses de journaux et environ cinq presses à sécheur thermique sans eau : Quebecor, Royaume-Uni ; deux en Suisse (l'une d'elles a mis à niveau une unité d'encrage en 2003) et deux en Hongrie (les deux étaient anciennement installées en Allemagne).

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999, 35, Aminal, et al., 2002] [18, UBA Germany, 2003] [72, Hamann, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.1.7 Collecte et traitement des gaz résiduels

2.4.1.7.1 Encapsulage des presses ou extraction et traitement de l'air de la salle des presses

Description : Les presses à sécheur thermique sont parfois encapsulées pour des raisons de contrôle de la température, évitant ainsi les appels d'air et réduisant le niveau sonore. L'IPA s'évapore dans

l'encapsulage. L'air provenant de l'encapsulage est extrait par le sécheur et peut être envoyé à l'incinérateur, détruisant ainsi toutes ou presque toutes les émissions d'IPA.

Dans certains cas, lorsque les presses ne sont pas encapsulées, l'air dans la salle des presses est extrait et retire l'alcool isopropylique volatil et les agents de nettoyage à haute volatilité.

Avantages pour l'environnement : Traiter l'air extrait réduira les émissions d'IPA et d'agents de nettoyage à haute volatilité. L'encapsulage réduit le niveau sonore.

Effets croisés : Les ventilateurs d'extraction augmentent la consommation d'énergie et peuvent augmenter le niveau sonore.

Pour des raisons de santé et de sécurité, la concentration d'IPA et d'autres solvants doit généralement être maintenue bien inférieure aux limites d'exposition professionnelle. Cela signifie que la concentration de solvant sera bien inférieure à 1 g/m³ (LEP de l'IPA : 650 mg/m³ (rapporté par les Pays-Bas, en 2001), la plupart des agents de nettoyage ont des LEP beaucoup plus faibles). À cette concentration faible de COV dans le gaz en entrée, l'incinération des gaz résiduels ne peut pas être autothermique et du combustible supplémentaire est requis. Les coûts et les consommations d'énergie occasionnés par les flux extraits des presses ne surpassent pas la réduction des émissions qui peut être atteinte (voir Données d'exploitation, ci-dessous).

Données d'exploitation : Les systèmes de traitement des gaz résiduels sont généralement conçus pour les flux d'air provenant des sécheurs. Un sécheur moderne a une capacité de 4000 à 7000 m³/h ; les plus anciens pouvant aller jusqu'à 10 000 m³/h. Afin d'extraire aussi l'air provenant des presses, des capacités de 50 000 m³/h ou plus sont requises. Le traitement thermique nécessitera l'augmentation de la taille de l'installation et, si l'air contient moins de solvant, il nécessitera aussi du combustible de support.

Applicabilité : Les encres provenant de l'impression à sécheur thermique ne s'évaporent pas à température ambiante. Elles sont évaporées dans le sécheur et sont donc toujours captées. Lorsque des agents de nettoyage à faible volatilité sont utilisés, ils s'évaporent aussi dans le sécheur. L'encapsulage de la presse avec ou sans traitement de l'air de ventilation de la presse n'a pas d'effet sur les émissions de solvant. Il est réalisé pour des raisons de santé et de sécurité professionnelles.

L'encapsulage des presses et la conduite de l'air vers le traitement des gaz résiduels sont des pratiques courantes dans l'héliogravure d'édition (pour plus de détails, voir Section 2.4.3.3.3 et al.). Cependant, cela n'est pas applicable en offset à sécheur thermique car la capacité des systèmes existants de traitement des gaz résiduels peut ne pas être suffisante ou peut ne pas être utilisée efficacement en traitant cet air aux concentrations très faibles en COV.

Aspects économiques : Voir Effets croisés, ci-dessus. Pour augmenter la taille d'un incinérateur de, par exemple, 5 000 à 50 000 m³/h, l'investissement supplémentaire sera d'environ 450 000 EUR. La consommation d'électricité du ventilateur principal augmenterait de la même manière et la consommation de combustible passerait d'un niveau négligeable à un niveau substantiel car le fonctionnement autothermique ne pourrait plus être possible.

Moteurs de la mise en œuvre : L'encapsulage des presses a pour but de réduire le bruit et de respecter d'autres exigences de santé et de sécurité. L'air de la salle des presses est toujours extrait pour des raisons de santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : L'encapsulage est largement appliqué. L'extraction est généralement appliquée. Le traitement de l'air de la salle des presses n'est pas habituel.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [35, Aminal, et al., 2002] [4, Intergraf and EGF, 1999, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.1.7.2 Extraction et traitement de l'air provenant des sécheurs

Description : Les procédés à sécheur thermique sont toujours équipés d'un système qui extrait l'air des sécheurs et le conduit généralement au système de traitement des gaz résiduels.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV provenant des sécheurs. Réduction des odeurs.

Effets croisés : L'extraction requiert de l'énergie.

Données d'exploitation : Voir Section 20.11.2.5.

Applicabilité : Généralement appliqué.

Aspects économiques : Voir Section 20.11.2.5.

Moteurs de la mise en œuvre : Satisfaire les niveaux de la DES. Réduction des odeurs.

Installations de référence : Généralement appliqué.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [35, Aminal, et al., 2002] [4, Intergraf and EGF, 1999, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.1.8 Nettoyage

2.4.1.8.1 Remplacement (substitution) et contrôle des COV utilisés dans le nettoyage

Description : L'entrée de COV pour les activités de nettoyage peut être réduite en combinant les techniques suivantes :

- * manipulation avec précaution de l'agent de nettoyage, par exemple en fermant les conteneurs après utilisation
- * application de SPEE à point d'éclair plus élevé (Section 20.10.1.3) ou d'ANV (Section 20.10.1.4) pour toutes les activités de nettoyage
- * réduction du potentiel de formation d'ozone (PFO) du mélange de solvants utilisé, voir Section 20.10.2.

Avantages pour l'environnement : L'entrée de COV pour le nettoyage peut être réduite à moins de 5 % de l'entrée d'encre ou le PFO d'ensemble peut être réduit.

Effets croisés : L'utilisation des solvants ci-dessus peut signifier qu'une quantité plus importante de solvant nécessitera un traitement et/ou un rejet, étant donné que moins de solvant s'évapore.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les agents nettoyants végétaux ne sont pas applicables dans l'impression à sécheur thermique, car l'eau de rinçage peut déchirer la bande de papier.

Seul le procédé de typographie feuille à feuille peut facilement utiliser les ANV, mais en impression offset, les agents nettoyants végétaux ne sont pas une solution efficace pour le nettoyage des cylindres de blanchet et des blanchets en caoutchouc. Les ANV qui sont disponibles actuellement font gonfler les blanchets en caoutchouc et les rendent inutilisables. Il doit être pris en considération que même si les ANV ont des avantages environnementaux considérables, ils ne représentent des MTD que pour certaines méthodes de production.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : DES. Santé professionnelle (exposition aux vapeurs de solvant). Sécurité professionnelle (prévenir le risque d'explosion dans le sécheur lorsque la bande de papier avec de l'agent de nettoyage atteint le sécheur).

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.1.8.2 Nettoyeurs automatiques sous haute pression pour les rouleaux mouilleurs

Description : Les rouleaux mouilleurs peuvent être nettoyés en utilisant des nettoyeurs automatiques sous haute pression et de l'eau. Cette technique peut remplacer le nettoyage traditionnel utilisant des solvants à point d'éclair faible.

Avantages pour l'environnement : Aucune émission de solvants et aucun solvant consommé.

Effets croisés : Consommation augmentée d'énergie et d'eau. Des eaux usées apparaissent et doivent être rejetées ou traitées. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque l'encre est raclée autant que possible, avant que le nettoyage ne débute.

Applicabilité : Applicable dans les imprimeries offset utilisant des rouleaux mouilleurs à molleton, cependant ceux-ci sont obsolètes dans l'UE-15. (Ils sont rarement rencontrés dans l'impression offset feuille à feuille).

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [128, TWG, 2005]

2.4.1.8.3 Systèmes de nettoyage automatique des cylindres d'impression et de blanchet

Description : Les cylindres d'impression et de blanchet dans les grandes presses modernes offset à sécheur thermique sont généralement nettoyés automatiquement.

Dans la plupart des machines, l'agent de nettoyage est collecté. Certaines machines utilisent une feuille en tissu qui passe dans les cylindres de la même manière que la bande. L'agent de nettoyage est pulvérisé sur le tissu ou le tissu est trempé dans de l'agent de nettoyage, ou des cylindres de tissu déjà imprégnés d'agents de nettoyage sont utilisés. Les machines appliquant des tissus pour le nettoyage utilisent moins d'agent de nettoyage, cependant les tissus doivent être stockés et rejetés avec précaution pour éviter les émissions incontrôlées (pas nécessaire lorsque des agents de nettoyage non volatils sont utilisés). D'autres machines pulvérisent l'agent de nettoyage sur la bande de papier pour nettoyer les cylindres.

Avantages pour l'environnement : Le nettoyage automatique utilise près de 10 % de moins d'agents de nettoyage que le nettoyage manuel. Moins de chiffons sont utilisés et, de plus, moins de déchets sont produits.

Le nettoyage automatique a des avantages en termes de santé et de sécurité. L'exposition aux vapeurs et le contact de la peau avec des agents de nettoyage sont réduits.

Effets croisés : L'automatisation requiert de l'énergie. Moins de déchets sont produits du fait de l'utilisation de moins de chiffons. Les déchets liquides peuvent être plus importants, à moins que des tissus en rouleaux ne soient utilisés. Les déchets liquides peuvent être filtrés, le solvant peut parfois être réutilisé.

Données d'exploitation : Parfois, les agents de nettoyage contaminés sont absorbés dans le papier et entraîneront ainsi, avec le papier rejeté, des émissions incontrôlées de solvant dans les procédés en aval. Dans certaines imprimeries, ce papier contaminé est mis dans un sécheur pour assurer que les émissions de solvant sont conduites vers le système de traitement des gaz résiduels. Cela n'est pas applicable lorsque des SPEE ou des solvants à faible potentiel de formation d'ozone sont utilisés.

Applicabilité : Applicable dans les nouvelles installations et les installations existantes. Actuellement, le nettoyage automatique est une norme.

Aspects économiques : Pour une presse, l'investissement est compris entre 60 000 et 80 000 EUR. Les coûts d'investissement de mise à niveau des presses existantes sont bien plus importants que pour les nouvelles presses.

Les coûts d'exploitation sont réduits en raison d'un temps de nettoyage plus court, une plus faible consommation d'agents de nettoyage et une réduction de la quantité de déchets dangereux. Dans les grandes machines, la réduction des coûts peut dépasser l'investissement. Pour les petites presses, cependant, il est estimé que les avantages environnementaux ne justifient pas l'investissement.

Moteurs de la mise en œuvre : La DES et une réduction de l'exposition du personnel aux agents de nettoyage.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003] [21, Nordic Council of Ministers, 1998,76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.2 Impression flexographique et héliogravure d'emballage

[128, TWG, 2005]

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer à l'impression flexographique et à l'héliogravure d'emballage. Le Tableau 2.41 présente les techniques générales applicables à l'impression flexographique et l'héliogravure d'emballage. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 2.41 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

2.4.2.1 Encres traditionnelles à base de solvants

Description : Voir Section 2.3.3.2.2. Les solvants principaux les plus courants sont l'éthanol, l'acétate d'éthyle et les mélanges des deux, l'éthanol étant plus utilisé dans la flexographie et l'acétate d'éthyle dans l'héliogravure. Les autres solvants comme l'alcool isopropylique ou la MEC peuvent aussi être utilisés comme solvants principaux. De plus, de nombreux solvants différents peuvent se présenter en

petites quantités pour les réglages, par exemple, de la vitesse de séchage et de la viscosité, ou en tant que composant de l'encre disponible dans le commerce. De nos jours, la simplification et la normalisation ont conduit à une réduction du nombre de solvants différents, mais au milieu des années 90, jusqu'à vingt solvants différents pouvaient être employés dans une seule installation d'emballage souple.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Plus de 90 % des solvants consommés peuvent être émis.

Données d'exploitation : La composition exacte dépend aussi des exigences en termes de qualité pour le matériau d'emballage et de la résistance qu'il doit avoir, par exemple la résistance aux acides, aux températures élevées, à l'eau, à l'alcool, les propriétés d'étanchéité à l'odeur par exemple, l'imperméabilité à la lumière, etc.

Le traitement des gaz résiduels est généralement utilisé pour éliminer les COV.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [4, Intergraf and EGF, 1999] [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [22, Vito, 1998] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.2.2 Remplacement des encres traditionnelles à base de solvants (substitution)

2.4.2.2.1 Alternatives avec durcissement UV

Description : Les encres UV ne contiennent pas de solvants organiques. Le séchage est réalisé par rayonnement UV.

Avantages pour l'environnement : Dans les procédés d'impression où des encres basées sur des solvants volatils sont utilisées, une réduction significative des émissions de solvant peut être réalisée.

Effets croisés : Dans certaines circonstances, la consommation d'énergie des lampes UV peut dépasser la consommation habituelle d'un sécheur, bien qu'une installation rapporte avoir réalisé des économies d'énergie globales. Les lampes UV contiennent du mercure et nécessitent un traitement spécial en tant que déchet.

Ces encres contiennent des acrylates, des monomères et des oligomères réactifs, dont certains sont allergéniques.

Données d'exploitation : L'impression avec des encres UV en flexographie nécessite une « impression minimale ». Les encres UV ont des pigments bien plus résistants que les autres encres. La quantité d'encre à transférer doit être beaucoup plus faible. Alors que dans l'impression flexo « normale », le substrat est enfoncé de force entre le support de l'image et le cylindre d'impression, avec l'impression UV la pression doit être beaucoup moins importante. Une très faible pression est appliquée. C'est l'une des raisons principales pour laquelle la mise à niveau n'est pas possible sur la plupart des presses flexographiques existantes.

En flexographie, en cas de rupture de la bobine, l'extrémité déchirée peut, sur son chemin vers la fin de la presse, traverser les encriers et transporter de l'encre de l'un à l'autre. Il faut, bien évidemment, procéder à un nettoyage avant que l'impression ne redémarre. En impression flexo « normale », c'est très contraignant mais en l'impression UV, c'est quasiment impossible en raison de la pigmentation lourde et du fait que l'encre ne sèche pas. En impression flexo UV, la conception de la presse doit être telle qu'en cas de rupture de la bobine, celle-ci s'arrête immédiatement avant que son extrémité puisse atteindre un encrier.

Un problème majeur est la difficulté du nettoyage des presses lorsque des encres UV sont utilisées. La forte pigmentation et le fait que les encres UV ne sèchent pas ailleurs que sur le substrat signifient que la moindre contamination engendre de sérieux problèmes de qualité. Le nettoyage est un travail très intense car les encres ne se dissolvent facilement dans aucun solvant. Le problème est plus important lorsque les couleurs doivent être modifiées entre les tâches, ce qui est généralement le cas dans l'impression de matériaux d'emballage.

Dans une installation hollandaise (voir Installations de référence), le nettoyage entre les tâches prenait beaucoup trop de temps et engendrait des problèmes inacceptables de qualité. Afin de limiter le nettoyage, un système breveté a été développé pour réduire drastiquement le nombre de changements de couleur. Sept couleurs standards sont utilisées pour créer les couleurs requises. Cela signifie que sept des huit unités d'impression n'ont pas besoin d'être nettoyées entre les tâches. La huitième unité d'impression est utilisée pour ajouter une couleur additionnelle si nécessaire. Pour chaque tâche qui est passée d'une impression flexo « normale » à l'impression flexo UV, tous les supports d'image ont dû être remplacés. (Dans l'édition, les photographies en couleur sont créées à partir de quatre couleurs standards. Ce système, cependant, ne peut pas produire toutes les couleurs et la brillance nécessaire pour l'impression d'emballages.)

Applicabilité : Les encres UV peuvent être appliquées dans des procédés flexographiques pour l'impression de matériaux d'emballage en papier, d'étiquettes et de matériaux d'emballage en carton pour les produits laitiers. Cependant, les fabricants de matériaux d'emballage alimentaire sont souvent rétifs à l'utilisation d'encre UV car la migration de quantités infimes de certains ingrédients dans la nourriture emballée peut conduire à un non-respect de la législation concernant le contact alimentaire.

La plupart des papiers peuvent être imprimés avec des encres UV. La limitation est cependant non pas le substrat mais la machinerie existante. Actuellement, la flexographie UV est utilisée pour :

- * les étiquettes autocollantes (pas susceptibles d'atteindre la portée de l'IPPC)
- * les cartons de boissons.

Dans les deux cas, les presses qui sont utilisées ont été construites spécifiquement pour leur tâche : les étiquettes sur de petites presses à rotative étroite (moins de 25 cm) et les cartons de boissons sur des presses de largeur comprise entre 100 et 150 cm.

Les encres UV peuvent aussi être appliquées aux grandes machines flexo, cependant, aucune information pratique n'a été fournie.

Aspects économiques : En cas d'impression flexographique de cartons de boissons, les machines sont considérablement plus coûteuses que les presses d'impression flexographique « normale ». Une meilleure qualité peut néanmoins être obtenue, ce qui est nécessaire pour répondre aux exigences du marché.

Lorsque les exigences de qualité toujours plus strictes tendent à encourager à passer de la flexographie à l'héliogravure, la combinaison de la longueur de tirage, des exigences du client en termes de changements réguliers de l'image imprimée et des substrats spéciaux utilisés pour ces cartons, fait que dans ce cas la flexo UV est une technique appropriée.

Moteurs de la mise en œuvre : Mise en œuvre de la DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail. Des raisons économiques, lorsqu'il y a un besoin de qualité supérieure avec des tirages courts et que les coûts importants du support d'image de l'héliogravure d'emballage doivent être évités.

Installations de référence : Thomas Grafische Veredelung GmbH & Co, KG, Germany Elopak (Terneuzen, aux Pays-Bas).

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [35, Aminal, et al., 2002, 76, TWG, 2004] [18, UBA Germany, 2003] [128, TWG, 2005]

2.4.2.2.2 Alternatives avec séchage par faisceau d'électrons (FE)

Description : Les encres à séchage par FE sont des polymères de faible poids moléculaire qui réagissent avec un faisceau d'électrons provenant d'un tube à vide. Ces encres ne contiennent pas de solvant et ne sèchent pas tant qu'elles ne sont pas exposées à la lumière et peuvent, par conséquent, rester dans les

fontaines d'encre pendant de longues périodes, réduisant ainsi les besoins de nettoyage. Les électrons provoquent la réaction, formant des polymères et fixant l'encre.

Les sècheurs à faisceau d'électrons utilisent la polymérisation par bombardement d'électrons pour sécher les revêtements liquides et en poudre.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de COV provenant de l'encre sont réduites à zéro.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les problèmes rapportés concernant les encres à séchage par FE incluent la dégradation du papier et l'exposition de l'opérateur aux rayonnements. Cette technique est parfois utilisée pour des revêtements de plus grande brillance et pour des applications de décoration sur métal.

Applicabilité : Applicable aux nouvelles presses.

Aspects économiques : Ces sècheurs ont des coûts initiaux importants et des coûts de fonctionnement faibles à modérés.

Moteurs de la mise en œuvre : Mise en œuvre de la DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [53, US EPA et al., 2003, 76, TWG, 2004]

2.4.2.2.3 Encres à base d'eau

Description : Les encres à base d'eau contiennent des quantités réduites de solvants organiques. Les encres à base d'eau traditionnelles sont basées sur des résines relativement très acides pour la dispersibilité de l'eau ; plus récemment, des encres basées sur des résines polyester dispersibles dans l'eau ont été développées. (Ces dernières ne nécessitent pas d'agents de neutralisation comme l'ammoniac ou les amines pour maintenir leurs propriétés de dispersibilité et elles satisfont donc les exigences de l'impression flexographique).

Avantages pour l'environnement : Dans l'impression flexographique et l'héliogravure d'emballage, les encres prêtes à l'emploi pour la presse contiennent environ 80 % de solvants. Ce sont toujours des mélanges de plusieurs solvants, par exemple de l'éthanol et de l'acétate d'éthyle. La substitution par des encres à base d'eau peut conduire à des réductions significatives des émissions de solvant, des émissions diffuses en particulier. Cependant, la plupart des imprimeries de flexographie et d'héliogravure d'emballage sont équipées de systèmes de réduction des gaz résiduels et, dans ce cas, les réductions possibles d'émissions de solvant sont clairement inférieures. Lorsque les gaz résiduels sont traités efficacement et que des émissions diffuses excessives sont évitées, un gain assez faible est réalisé en passant aux encres à base d'eau.

Le nettoyage des encres à base d'eau peut être réalisé avec de l'eau tant que l'encre ou le vernis ne sont pas secs.

Les encres à base d'eau peuvent nécessiter plus d'énergie pour le nettoyage, cependant la consommation totale d'énergie de l'imprimerie sera réduite car aucun système de traitement des gaz résiduels n'est requis (voir Section 2.3.3.2.5 et Annexe 14 du BREF ECM).

Effets croisés : Les encres à base d'eau utilisées dans les procédés de flexographie et d'héliogravure d'emballage contiennent toujours de l'éthanol, de l'alcool isopropylique et/ou du n-propanol.

La quantité d'énergie nécessaire pour le séchage des encres à base d'eau est plus importante que pour les encres à base de solvants. Cependant, l'absence de solvant permet de faire recirculer l'air de séchage plus souvent et donc réduit cet effet. Dans la pratique, l'augmentation de la consommation d'énergie pour le séchage peut être d'environ 10 %.

Des quantités plus importantes de déchets sont générées.

Données d'exploitation : En flexographie, la plupart des matériaux d'emballage en papier peuvent être imprimés avec succès avec des encres à base d'eau. Les matériaux d'emballage en plastique simple comme les cabas, les sacs poubelle, les sacs à pain et les sacs renforcés peuvent aussi être imprimés avec succès avec des encres à base d'eau par impression flexographique. L'application de rouleaux anilox en céramique améliore la qualité de l'impression.

Les matériaux d'emballage alimentaire souple peuvent devoir être résistants aux acides, aux solvants, aux graisses ou aux huiles provenant des aliments qui seront emballés. Actuellement, ces exigences peuvent seulement être satisfaites par des encres à base de solvants. Les produits de grande qualité satisfaisant ces exigences sont souvent imprimés par héliogravure d'emballage, en utilisant des encres à base de solvants. Cependant, l'encre blanche, qui est la couleur la plus utilisée, peut parfois être substituée.

Le passage des encres à base de solvants aux encres à base d'eau dans l'impression flexographique ou l'héliogravure d'emballage nécessite habituellement un prétraitement différent du matériau de support et toujours de nouvelles plaques d'impression et de nouveaux cylindres.

Applicabilité : Les encres à base d'eau (et non les vernis) sont appliquées avec succès dans les procédés flexographiques pour l'impression de sacs en papier, de sacs poubelle en plastique et de cabas. Cependant, des encres traditionnelles doivent toujours être appliquées dans ces procédés dans certaines situations exceptionnelles, par exemple pour les effets fluorescents, les couleurs dorées et argentées, ou lorsqu'une très grande brillance est requise.

Lorsque des produits à base d'eau (encres, vernis, etc.) sont appliqués dans des presses existantes, les systèmes de séchage manquent souvent de capacité. Cela réduit leur applicabilité sur les presses existantes.

Les encres à base d'eau ne sont actuellement pas applicables dans l'héliogravure d'emballage car une qualité comparable ne peut être atteinte.

Aspects économiques : Le passage des encres à base de solvants aux encres à base d'eau entraîne des coûts de modification substantiels. Pour les nouvelles presses appliquant des encres à base d'eau, l'investissement est approximativement le même que pour les presses avec des encres à base de solvants. En cas de mise à niveau, un investissement substantiel peut être nécessaire si la capacité du sécheur doit être augmentée.

Les encres à base d'eau étant plus pigmentées, moins d'encre est nécessaire et le coût de fonctionnement par m² de matériau imprimé sera généralement un peu inférieur au coût des encres à base de solvants.

Lorsque, dans le cas d'encres à base d'eau, la vitesse d'impression et la flexibilité peuvent être maintenues et qu'un investissement dans des équipements de réduction et d'autres coûts liés aux solvants peuvent être évités, des économies substantielles peuvent être réalisées.

Moteurs de la mise en œuvre : Lorsque les exploitants optent pour des schémas de réduction pour satisfaire la DES, cette solution peut être envisagée (voir Aspects économiques, ci-dessus).

Installations de référence : Plusieurs.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [4, Intergraf and EGF, 1999] [11, IMPEL, 2000] [35, Aminal, et al., 2002] [53, US EPA et al., 2003] [128, TWG, 2005]

2.4.2.3 Vernis et adhésifs traditionnels à base de solvants

Description : Voir Section 2.3.3.2.2. Des systèmes à base de solvants sont utilisés. Les solvants les plus couramment utilisés sont l'éthanol, l'acétate d'éthyle et la MEC.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Émissions importantes de solvant.

Données d'exploitation : La composition exacte dépend du substrat à imprimer. Un traitement des gaz résiduels est généralement appliqué.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [4, Intergraf and EGF, 1999] [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [22, Vito, 1998] [128, TWG, 2005]

2.4.2.4 Remplacement des vernis et adhésifs traditionnels

2.4.2.4.1 Vernis et adhésifs à base d'eau

Description : Les vernis et les adhésifs à base d'eau sont généralement sans solvants.

Avantages pour l'environnement : Les vernis et les adhésifs prêts à l'emploi pour la presse contiennent environ 80 % de solvants. Il peut y avoir des mélanges de plusieurs solvants, comme l'éthanol, l'acétate d'éthyle et la MEC, ou des systèmes à solvant unique. La substitution avec des produits à base d'eau peut conduire à des réductions significatives des émissions de solvant, des émissions diffuses en particulier. Cependant, la plupart des imprimeries d'impression flexographique et d'héliogravure d'emballage sont équipées de systèmes de réduction des gaz résiduels et, dans ce cas, les réductions possibles d'émissions de solvant sont clairement plus faibles. Lorsque les gaz résiduels sont réduits efficacement et que les émissions diffuses sont évitées, aucun gain supplémentaire n'est réalisé par le passage à des vernis et des adhésifs à base d'eau.

Le nettoyage des vernis et des adhésifs à base d'eau peut être réalisé avec de l'eau tant qu'ils ne sont pas secs. Cependant, l'éthanol, l'IPA, etc. sont généralement utilisés pour le nettoyage.

Les vernis et les adhésifs à base d'eau nécessitent beaucoup d'énergie pour le séchage, cependant la consommation totale d'énergie de l'imprimerie sera réduite car aucun système de traitement des gaz résiduels n'est requis (voir les encres à base d'eau, Section 2.4.2.2.3).

La même chose est valable pour la quantité d'eaux usées : celle-ci augmentera d'un côté, mais la quantité totale d'eaux usées diminuera dans les cas où l'adsorption des gaz résiduels et où les systèmes de solvant ne seront plus utilisés.

Effets croisés : La consommation d'énergie pour le séchage supplémentaire des produits à base d'eau est un peu plus élevée et une quantité plus importante de déchets est générée. La quantité d'énergie nécessaire pour le séchage des vernis et des adhésifs à base d'eau est plus importante que pour les vernis et les adhésifs à base de solvants. Cependant, l'absence de solvant permet de faire recirculer plus souvent l'air de séchage et donc réduit cet effet. Dans la pratique, l'augmentation de la consommation d'énergie pour le séchage peut être d'environ 10 %.

Données d'exploitation : Il y a de nombreuses exigences différentes en termes de qualité et de résistances à appliquer aux matériaux d'emballage et donc l'applicabilité des alternatives pour les encres, les vernis et les adhésifs traditionnels à base de solvants n'est jamais évidente. Par exemple, le vernis peut devoir présenter une certaine résistance contre le glissement pour être adapté aux spécificités des machines d'emballage, ce qui ne peut être obtenu qu'en appliquant des vernis à base de solvants. Ils présentent aussi une résistance chimique inférieure par rapport aux adhésifs à base de solvants en plus de l'adhésivité et de la résistance composite plus faible ; pour toutes ces raisons, les produits à base d'eau ne peuvent pas être utilisés pour tous les types d'applications.

Dans le procédé particulier du pelliculage où un papier fin est attaché au plastique ou à l'aluminium, les produits à base d'eau sont adaptés car l'eau peut s'évaporer à travers le papier. Pour le pelliculage de deux films non-poreux, les produits à base d'eau sont moins adaptés car ils nécessitent un temps de séchage plus long avant que les films puissent être mis ensemble. Dans ces situations, des adhésifs à base de solvants ou à 2 composants sans solvants sont utilisés.

Applicabilité : Applicable dans tous les procédés d'impression et de pelliculage dans la fabrication d'emballages souples. Est couramment appliqué dans les imprimeries de flexographie et d'héliogravure

d'emballage. Cependant, ces produits ne peuvent pas remplacer les vernis à base de solvants dans toutes les situations.

Lorsque des produits à base d'eau (encres, vernis, etc.) sont appliqués dans des presses existantes, les systèmes de séchage manquent souvent de capacité. Cela réduit leur applicabilité sur les presses existantes.

Aspects économiques : Aucun relevé général valide sur les coûts ne peut être fait.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail. DES.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [35, Aminal, et al., 2002] [14, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005]

2.4.2.4.2 Alternatives à haut extrait sec

Description : Les adhésifs traditionnels à base de solvants contiennent 80 % de solvants, alors que les adhésifs à haut extrait sec contiennent seulement 60 % de solvant. Alors que les adhésifs d'origine nécessitent 4 kg de solvant pour chaque kg d'extrait sec, l'alternative a besoin de seulement 1,5 kg. Dans ce cas, une réduction de plus de 60 % de la consommation de solvants est atteinte.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de solvant.

Effets croisés : Des techniques de traitement des gaz résiduels peuvent encore être nécessaires.

Données d'exploitation : Les adhésifs à haut extrait sec sont appliqués dans les procédés de pelliculage des emballages souples. Ils sont appliqués dans le secteur à hautes performances des emballages sollicités mécaniquement, thermiquement ou chimiquement et dans la production de composites dans une installation de pelliculage.

Applicabilité : Applicable dans les nouvelles installations et les installations existantes.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [14, DFIU and IFARE, 2002, 76, TWG, 2004]

2.4.2.4.3 Alternatives avec durcissement UV

Description : Les vernis et les adhésifs à durcissement UV utilisés pour le pelliculage ne contiennent pas de solvants organiques.

Avantages pour l'environnement : Lorsque les vernis ou les adhésifs basés sur des solvants volatils sont utilisés, une réduction significative des émissions de solvant peut être atteinte.

Effets croisés : Les vernis et les adhésifs à durcissement UV nécessitent de l'énergie pour être séchés par des sècheurs UV spécifiques. Cependant, il est peu probable que cette énergie soit plus importante que pour des systèmes de séchage traditionnels à base de solvants. De plus, les lampes utilisées contiennent du mercure et nécessitent un traitement spécial en tant que déchet.

Les vernis et les adhésifs à durcissement UV contiennent des acrylates, des monomères et des oligomères réactifs, dont certains sont allergéniques.

Données d'exploitation : Dans l'industrie de l'emballage souple connexe à celle de l'impression, des pellicules contenant un certain nombre de films en plastique et de feuilles en aluminium sont souvent

réalisées. Les adhésifs à durcissement UV sont appliqués ici, cependant seulement pour les composites standards jusqu'à un niveau de qualité intermédiaire.

Applicabilité : Applicable dans les installations et usines nouvelles et existantes.

Aspects économiques : Aucun relevé général valide sur les coûts ne peut être fait.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [35, Amino, et al., 2002] [14, DFIU and IFARE, 2002, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.2.4.4 Alternatives sans solvants

Description : Les adhésifs sans solvants sont des adhésifs à 2 composants avec une teneur de 100 % d'extrait sec, contenant souvent des isocyanates.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvant provenant des encollages sont réduites à zéro.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Ces produits sont couramment appliqués en flexographie et en héliogravure d'emballage dans les procédés de pelliculage sur des substrats non poreux comme le plastique et l'aluminium.

Un problème général de ces systèmes sans solvants est l'application de films adhésifs fins et uniformes. Contrairement aux adhésifs à base de solvants où l'épaisseur de la couche peut être contrôlée par la viscosité, le contrôle doit être réalisé par des procédés de laminage mécaniques. La couche adhésive peut présenter des irrégularités de surface légèrement augmentées par rapport aux adhésifs à base de solvants.

Plusieurs pellicules complexes peuvent être produites avec des systèmes à 2 composants. Elles nécessitent une machinerie spéciale.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail. Spécifications produit du client.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [35, Amino, et al., 2002] [14, DFIU and IFARE, 2002]

2.4.2.4.5 Co-extrusion

Description : Avec la co-extrusion, le substrat imprimé est couvert d'un film plastique liquéfié chaud qui est par la suite refroidi. Ce film remplace le vernis nécessaire ou, lorsqu'il est utilisé entre deux couches différentes de supports différents, agit comme un adhésif.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvant sont éliminées.

Effets croisés : La co-extrusion nécessite de l'énergie.

Données d'exploitation : Appliqué dans l'emballage souple.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail. Spécifications produit du client.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [35, Aminal, et al., 2002] [128, TWG, 2005]

2.4.2.5 Traitement des gaz résiduels

2.4.2.5.1 Encapsulage/encoffrement

Description : Voir Section 20.11.2.1.

Dans l'emballage souple, les sècheurs sont toujours encoffrés. Ils fonctionnent à pression sub-atmosphérique pour éviter d'envoyer de l'air chargé de solvant dans la salle des presses. Ils extraient donc toujours une partie (souvent 20 %) de leur air en entrée dans la salle des presses. Les gaz résiduels sont émis dans une cheminée ou envoyés aux équipements de réduction.

Les solvants s'évaporent non seulement dans le sècheur, mais aussi des fontaines d'encre, des ajusteurs de viscosité, des conteneurs, etc. Ces solvants doivent être extraits localement pour des raisons de santé et de sécurité, afin de ne pas dépasser les limites d'exposition professionnelle (LEP).

L'extraction locale n'est généralement pas envoyée aux équipements de réduction en raison de la faible concentration de solvant.

Avantages pour l'environnement : Voir Section 20.11.2.1. L'encoffrement ou l'encapsulage réduisent le volume d'air à extraire, et donc réduisent la taille des moteurs des ventilateurs d'extraction et du traitement des gaz résiduels lorsqu'il est appliqué.

Réduction des émissions de solvant. Les émissions de solvant provenant des machines de nettoyage peuvent représenter plusieurs pourcents de la consommation totale de solvants.

Effets croisés : La sécurité doit être assurée. Lorsque la concentration de solvant dans l'air de ventilation de la machine de nettoyage est à son maximum, une dilution adéquate avec les gaz résiduels provenant de la machinerie ou autre est nécessaire pour prévenir tout risque d'explosion.

Données d'exploitation : Les machines de nettoyage automatique doivent être ventilées avant la décharge. Pendant quelques minutes, un flux d'air relativement faible (quelques milliers de m³/h) est lourdement chargé de vapeurs de solvant. Ce flux d'air est conduit vers les équipements de réduction.

Applicabilité : Les sècheurs sont toujours encoffrés. L'encapsulage des fontaines d'encre, des ajusteurs de viscosité, des conteneurs, etc., est de plus en plus utilisé pour satisfaire les exigences de la DES. La mise à niveau n'est pas possible (le contrôle de la machine doit être complètement automatisé).

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Mise en œuvre de la DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.2.5.2 Extraction et traitement de l'air provenant des presses et des autres zones de production

Description : Les solvants qui s'évaporent des presses, par exemple des conteneurs d'encre, de vernis et d'adhésifs, des machines de nettoyage à ventilation automatique (voir Section 2.4.2.6.2) et ceux qui s'échappent des sècheurs, sont extraits localement et traités par la suite.

Les techniques suivantes peuvent être appliquées :

- * encapsulage des machines de pelliculage et de vernissage et ventilation de l'encoffrement par extraction du sècheur plutôt que par extraction locale
- * envoi de l'extraction locale autour de la machinerie de production vers le système de réduction
- * s'assurer que les émissions diffuses provenant des fontaines d'encre sont captées et traitées. Cela réduit le besoin en extraction locale des zones ouvertes
- * installation et utilisation de chambres à racles (voir Section 2.2.3.2)
- * envoi de la ventilation de la machine de nettoyage vers le système de réduction (voir Section 20.9.10)

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV. Garantit le captage et le traitement des émissions diffuses provenant des fontaines d'encres et des machines de nettoyage.

Les machines de nettoyage automatique doivent être ventilées avant de pouvoir être déchargées (voir Section 2.4.2.6.2). Cette ventilation est rarement envoyée vers les équipements de réduction.

Effets croisés : L'extraction nécessite de l'énergie, mais cette extraction locale a lieu pour prévenir de hauts niveaux d'exposition professionnelle. La question est d'envoyer ou non l'air extrait vers le traitement des gaz résiduels (généralement un incinérateur). Cependant, l'incinérateur pouvant avoir besoin d'être plus grand, le ventilateur principal de l'incinérateur devrait aussi être plus grand. Cela augmenterait substantiellement la quantité d'énergie requise. Le flux d'air augmenté ayant une faible teneur en solvant augmentera la quantité de combustible de support nécessaire pour un incinérateur.

Données d'exploitation : Les presses modernes d'héliogravure d'emballage sont, à part pour l'extraction des sècheurs, équipées d'une extraction au sol et/ou d'une extraction à partir des conteneurs d'encre vers le système de traitement des gaz résiduels. Cet air extrait peut contenir environ 1 g de solvant par m³, mais cela dépendra des autres mesures prises pour réduire les émissions diffuses et cette valeur peut être plus faible. Ces systèmes d'extraction supplémentaires sont placés entre les unités d'impression. Pour les presses flexo équipées d'un cylindre d'impression central (voir la Figure 2.2), l'espace disponible entre les unités d'impression est trop petit pour installer un système d'extraction.

Les unités modernes autonomes de vernissage et de pelliculage sont généralement équipées pour cela.

Applicabilité : Non applicable aux presses flexo à cylindre d'impression central. Intégré dans les nouvelles unités autonomes de vernissage et de pelliculage.

La ventilation des machines de nettoyage automatique est couramment appliquée lorsque l'incinération a récemment été installée. Généralement non applicable lorsque les solvants sont récupérés pour réutilisation, car les solvants récupérés utilisés pour le nettoyage ne peuvent pas être réutilisés dans les encres, les vernis ou les adhésifs.

Aspects économiques : Dépend principalement de la capacité du système de traitement des gaz résiduels. Dans l'héliogravure d'emballage, les coûts de mise à niveau sont de plus de 100 000 EUR.

Lorsque l'air extrait localement est toujours envoyé à l'incinérateur, l'incinérateur devrait avoir une capacité supplémentaire d'environ 20 %. Un incinérateur nouvellement construit coûtera par conséquent entre 150 000 et 300 000 EUR de plus, en considérant que la capacité d'origine était de 75 000 à 150 000 m³/h. La mise à niveau d'un incinérateur pour augmenter sa capacité de 20 % est souvent techniquement impossible ou beaucoup plus onéreuse (2004).

Moteurs de la mise en œuvre : Mise en œuvre de la DES.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [35, Aminimal, et al., 2002] [4, Intergraf and EGF, 1999, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.2.5.3 Dérivation des pics de volume et lissage des pics/creux : extraction et traitement de l'air provenant des presses et des zones de production

Voir Section 20.11.2.4.

2.4.2.5.4 Maintenance des équipements de traitement des gaz résiduels, des dérivations, des systèmes de collecte, etc.

Description : Garantir que la maintenance planifiée et des réparations rapides soient réalisées, voir Section 20.2.6.

Avantages pour l'environnement : Des défauts des équipements d'incinération peuvent conduire à une augmentation des émissions de COV pouvant représenter jusqu'à 0,4 % de la consommation annuelle par jour (en considérant 250 jours de fonctionnement par an).

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Dans sept imprimeries hollandaises d'emballages souples de taille IPPC, le temps d'immobilisation variait entre 1 et 14 jours ouvrés. La moyenne était d'environ 7,5 jours, c'est-à-dire environ 3 à 8 % de l'entrée totale annuelle. Ces données datent de 2004.

Applicabilité : Toutes les installations.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : DES.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

2.4.2.5.5 Fermeture automatique et opportune d'un système de dérivation

Description : Les gaz résiduels provenant des sècheurs devraient être envoyés automatiquement vers l'incinérateur avant que la vitesse de mise en train de la presse ne soit atteinte (30 à 60 m/min).

Avantages pour l'environnement : Une réduction de 5 à 15 % des émissions peut être atteinte.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.2.6 Nettoyage

2.4.2.6.1 Remplacement des COV par des solvants moins volatils pour le nettoyage des sols (substitution)

Description : Voir Section 20.9.

Avantages pour l'environnement : Une réduction des émissions de COV de 1 à 2 % peut être atteinte dans une situation où les sols sont nettoyés en utilisant des seaux de solvants. Cependant, lorsque des mesures préventives sont déjà en place, par exemple le fait d'éviter de salir les sols et de contrôler l'utilisation de solvant, la réduction des émissions est inférieure à ces chiffres.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [128, TWG, 2005].

2.4.2.6.2 Nettoyage des pièces de machines et des équipements dans des machines de nettoyage/lavage automatique

Voir Section 20.9.10.

2.4.2.6.3 Nettoyage des pièces de machines par pulvérisation d'eau sous haute pression

Voir Section 20.9.12.

2.4.3 Héliogravure d'édition

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer à l'héliogravure d'édition. Le Tableau 2.42 présente les techniques générales applicables à l'héliogravure d'édition. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 2.42 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

2.4.3.1 Encres traditionnelles à base de solvants

Description : Les encres traditionnellement utilisées dans l'héliogravure d'édition sont à base de toluène. Dans l'imprimerie, les encres sont significativement diluées avant d'être utilisées. La concentration de toluène de l'encre prête à l'emploi pour la presse se situe dans une plage de 70 à 80 % (m/m).

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Avec une presse à grande vitesse, la récupération de solvant est possible.

Moteurs de la mise en œuvre : Procédé le plus stable. Désencrage le plus simple des papiers imprimés pour le recyclage.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [128, TWG, 2005]

2.4.3.2 Remplacement des encres traditionnelles à base de solvants

2.4.3.2.1 Alternatives à base d'eau

Description : Les encres à base d'eau contiennent seulement quelques solvants organiques. Les encres à base d'eau traditionnelles sont basées sur des résines relativement très acides pour la dispersibilité de l'eau ; plus récemment, des encres basées sur des résines polyester dispersibles dans l'eau ont été développées. Ces dernières ne nécessitent pas d'agents de neutralisation comme l'ammoniac ou les amines pour maintenir leurs propriétés de dispersibilité.

Avantages pour l'environnement : Les encres actuellement appliquées sont à base de toluène alors que des réductions très importantes de l'utilisation de toluène peuvent, théoriquement, être atteintes. Cependant, toutes les imprimeries d'édition sont équipées de systèmes de traitement des gaz résiduels et les émissions de toluène sont déjà significativement réduites. Une analyse du cycle de vie (ACV) réalisée en Allemagne n'a pas permis de déterminer clairement si les encres héliogravure à base d'eau peuvent être considérées comme une technologie plus propre pour les installations existantes ; ce serait plutôt le contraire.

Le nettoyage des encres à base d'eau peut être réalisé avec de l'eau. Cependant, si l'encre ou le vernis sèche, alors des solvants doivent être utilisés.

Effets croisés : La consommation d'énergie pour le séchage forcé des encres à base d'eau est plus importante et une quantité plus importante de déchets est générée.

Il est difficile de désencrer les produits en papier et les déchets dans des installations classiques de désencrage. Cela inhibe le recyclage des produits.

Données d'exploitation : La qualité d'impression avec des encres à base d'eau est inférieure à celle avec des encres traditionnelles.

Applicabilité : Elles ne sont pas appliquées dans les procédés d'impression d'héliogravure d'édition en raison de problèmes pratiques.

Aspects économiques : Le passage des encres à base de solvants aux encres à base d'eau implique des coûts importants. Pour les nouvelles installations et les nouvelles presses, les coûts d'investissement de l'application des encres à base d'eau sont plus ou moins les mêmes que pour les encres à base de solvants.

Le coût de mise à niveau d'une presse d'héliogravure d'édition est d'environ 1 million EUR. Au départ, les coûts opérationnels sont 20 % plus importants que pour l'impression traditionnelle à cause de la période d'apprentissage, cependant, au final, ils seront plus ou moins égaux.

De plus, la productivité est seulement d'environ 70 % de la productivité normale en raison des vitesses inférieures des presses et des problèmes d'impression sur les rotatives plus larges.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : RotoSmeets, Deventer, aux Pays-Bas, est l'une des nombreuses imprimeries par héliogravure d'édition qui a expérimenté les encres à base d'eau, sans parvenir à des résultats acceptables.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [4, Intergraf and EGF, 1999] [11, IMPEL, 2000] [35, Aminal, et al., 2002] [53, US EPA et al., 2003, 76, TWG, 2004]

2.4.3.2.2 Utilisation des encres de rétention

Description : Les encres de rétention ont une formulation modifiée qui ralentit la formation de film et permet l'évaporation du toluène sur une plus grande période de temps. Le résultat est qu'un pourcentage plus important de toluène peut être expulsé directement dans l'unité de séchage de l'encre et peut être capté. Moins de toluène restera dans le produit.

Avantages pour l'environnement : La charge de toluène restante dans le produit, mesurée directement dans la zone de livraison de la presse, peut être réduite de 30 à 50 %.

Les émissions diffuses peuvent être réduites d'environ 1 % de l'entrée totale. Cela correspond à une réduction de 20 % des émissions totales provenant d'une imprimerie d'héliogravure produisant dans les règles de l'art (où les émissions totales sont de 5 à 6 % de l'entrée totale, y compris en provenance du traitement des gaz résiduels : l'entrée est telle que définie dans la DES) [18, UBA Germany, 2003].

Ces avantages peuvent seulement être obtenus lorsque les gaz résiduels provenant des sècheurs sont extraits et traités.

Effets croisés : Lorsque l'adsorption est utilisée, plus d'énergie est rapportée comme étant nécessaire pour désorber la charge plus importante de toluène produite en provenance des sècheurs.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Applicable à tous les procédés d'héliogravure d'édition, sauf lorsque des encres spéciales sont requises et qu'elles n'ont pas d'équivalent en encre de rétention.

Dans l'UE-15, 70 % des encres pour l'héliogravure d'édition sont actuellement des encres de rétention, en Allemagne ce chiffre est de 100 %.

Aspects économiques : Le prix des encres de rétention est le même que celui des encres traditionnelles, cependant moins d'encre est nécessaire (bien que cela ne soit pas une technique de réduction d'encre).

Les économies pour chaque kg de toluène récupéré sont d'environ 0,50 EUR.

Moteurs de la mise en œuvre : Moins de toluène dans le produit fini.

Installations de référence : Un grand nombre d'imprimeries dans toute l'Europe.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003] [35, Aminal, et al., 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.3.3 Traitement des gaz résiduels

2.4.3.3.1 Augmentation de la température dans la salle des presses

Description : Avec des températures plus importantes dans la salle des presses, une quantité plus importante de toluène s'évaporerait des résidus dans le produit imprimé. Un prérequis pour que cette technique soit efficace est que l'air dans la salle des presses soit extrait et que le système d'extraction soit connecté au système de traitement des gaz résiduels.

Avantages pour l'environnement : Une réduction des émissions diffuses provenant des produits imprimés. De cette manière, les émissions diffuses sont rapportées comme étant réduites d'environ 1 %.

Effets croisés : La consommation d'énergie peut être plus importante si la salle des presses requiert du chauffage.

Données d'exploitation : En appliquant le bilan massique de l'imprimerie virtuelle d'héliogravure à la Section 2.3.4.3.1 avec un total d'environ 352 t d'émissions diffuses, environ 3,5 t pourraient être économisées par une extraction supplémentaire de la bobine de papier. Le solvant résiduel total, cependant, est de 43,3 t. Par conséquent, la température plus élevée de la salle des presses réduit en principe la teneur dans le produit de plus de 8 %. Des tests dans une installation de rotogravure dans le nord de l'Allemagne, en augmentant les températures de séchage d'environ 40 °C à 90 °C, n'ont pas réussi à atteindre une réduction d'une telle ampleur.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Des coûts de fonctionnement probablement plus importants. Ceux-ci peuvent être compensés car les économies pour chaque kg de toluène récupéré sont d'environ 0,50 EUR.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Cette méthode n'est pas connue comme étant appliquée dans l'UE-15.

Littérature de référence : [35, Aminimal, et al., 2002, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

2.4.3.3.2 Augmentation du temps de séchage

Description : L'augmentation du temps de séchage et le maintien de la même vitesse peuvent être réalisés en augmentant la longueur du sécheur.

Avantages pour l'environnement : En augmentant le temps de séjour, une quantité plus importante de toluène aura le temps de s'évaporer dans le sécheur et sera conduite dans le système de traitement des gaz résiduels.

Effets croisés : Une augmentation de la capacité des sécheurs augmentera la consommation d'énergie. Le niveau sonore peut aussi augmenter.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Seulement applicable aux nouvelles presses ; la mise à niveau est impossible.

Aspects économiques : Les économies pour chaque kg de toluène récupéré sont d'environ 0,50 EUR.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004]

2.4.3.3.3 Extraction discontinue de l'air provenant des sécheurs

Description : Lorsque la presse fonctionne, l'air dans les sécheurs est extrait et conduit vers le système de traitement des gaz résiduels (c'est-à-dire seulement l'air provenant des sécheurs, et seulement

lorsque la presse fonctionne). La presse n'est pas encoffrée et la quantité d'air de ventilation autour de la presse qui est dirigée dans les sècheurs est faible. L'air de ventilation dans la salle des presses n'est pas conduit dans le système de traitement des gaz résiduels.

Avantages pour l'environnement : Un niveau d'émissions diffuses de 15 à 20 % de l'entrée totale de toluène peut être atteint. L'air provenant des sècheurs a une charge importante de toluène, qui rend l'adsorption du toluène très efficace. La capacité du système de traitement des gaz résiduels étant conçue seulement pour l'air provenant des sècheurs, le système est relativement petit et peut atteindre un bon équilibre entre la réduction des COV et l'utilisation de l'énergie.

Effets croisés : Il peut y avoir des niveaux importants de COV autour de la salle des presses. Une ventilation supplémentaire peut être nécessaire pour la santé et la sécurité du personnel. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Cette technique est maintenant dépassée, car elle ne permet pas de satisfaire les exigences de la DES.

Aspects économiques : Les économies pour chaque kg de toluène récupéré sont d'environ 0,50 EUR.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999,35, Aminal, et al., 2002, 76, TWG, 2004]

2.4.3.3.4 Extraction continue de l'air provenant des sècheurs

Description : L'air dans les sècheurs est extrait et conduit vers le système de traitement des gaz résiduels comme dans la Section 2.4.3.3.3 ci-dessus. Cependant, en plus des périodes de fonctionnement de la presse, l'air du sécheur est aussi extrait et traité lorsque la presse contient de l'encre mais est autrement inactive. La presse n'est pas encoffrée et la quantité d'air de ventilation autour de la presse qui est conduite via les sècheurs est faible. Cependant, elle est significativement plus importante qu'avec seulement l'extraction discontinue de l'air présentée dans la Section 2.4.3.3.3. L'air de ventilation dans la salle des presses n'est pas conduit dans le système de traitement des gaz résiduels.

Avantages pour l'environnement : Des émissions plus faibles de toluène que dans la Section 2.4.3.3.3.

Effets croisés : Le niveau sonore peut augmenter et une quantité plus importante d'énergie est requise pour l'extraction et la récupération du toluène. L'air à faible concentration en toluène est conduit dans le système de traitement des gaz résiduels. Généralement, cela résulte en un rendement plus faible de l'installation de récupération.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Les économies pour chaque kg de toluène récupéré sont d'environ 0,50 EUR. Les coûts d'exploitation sont plus élevés que ceux mentionnés dans la Section 2.4.3.3.3.

Moteurs de la mise en œuvre : Mise en œuvre de la DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

2.4.3.3.5 Encoffrement de la presse et acheminement discontinu de l'air de ventilation vers le système de traitement des gaz résiduels

Description : La presse est totalement encoffrée. L'air de ventilation dans l'encoffrement est extrait via les sècheurs et conduit vers le système de traitement des gaz résiduels en discontinu, c'est-à-dire seulement lorsque la presse fonctionne (comme à la Section 2.4.3.3.3). Généralement, il y a une pression négative dans l'encoffrement pour empêcher l'air de s'échapper de la salle des presses.

Avantages pour l'environnement : Des émissions plus faibles de toluène et une consommation plus faible d'énergie pour l'extraction que dans la Section 2.4.3.3.4.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Les économies pour chaque kg de toluène récupéré sont d'environ 0,50 EUR. Les coûts de capital sont plus élevés que ceux mentionnés dans la Section 2.4.3.3.4.

Moteurs de la mise en œuvre : Mise en œuvre de la DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

2.4.3.3.6 Encoffrement de la presse et acheminement continu de l'air de ventilation vers le système de traitement des gaz résiduels

Description : La presse est totalement encoffrée. L'air de ventilation dans l'encoffrement est extrait via les sècheurs et conduit vers le système de traitement des gaz résiduels en continu, y compris lorsque la presse contient de l'encre mais est autrement inactive (c'est-à-dire comme dans la Section 2.4.3.3.4, mais l'air de ventilation est aussi extrait vers la récupération). Généralement, il y a une pression négative dans l'encoffrement pour empêcher l'air de s'échapper de la salle des presses.

Avantages pour l'environnement : Le total des émissions de toluène peut être réduit de 5 à 8,5 % de l'entrée totale de toluène.

Effets croisés : L'air à faible concentration en toluène est conduit dans le système de traitement des gaz résiduels. Généralement, cela résulte en un rendement plus faible de l'installation de récupération. Consommation d'énergie supérieure à celle de la Section 2.4.3.3.5.

Données d'exploitation : Aux Pays-Bas, toutes les grandes imprimeries appliquent cette technique depuis 1996.

Applicabilité : Couramment appliqué.

Aspects économiques : Pour installer une nouvelle presse, les coûts supplémentaires pour l'encoffrement et l'acheminement en continu de l'air chargé de solvant via le système de traitement des gaz résiduels adapté aux flux d'air plus importants sont d'environ 0,5 millions EUR. Les coûts d'exploitation supplémentaires sont d'environ 100 000 EUR par an par presse.

Les économies pour chaque kg de toluène récupéré sont d'environ 0,50 EUR.

La mise à niveau des presses non encapsulées avec un petit système de traitement des gaz résiduels représente un coût prohibitif.

Moteurs de la mise en œuvre : Mise en œuvre de la DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Deux imprimeries flamandes et toutes les imprimeries hollandaises pertinentes.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [29, Netherland, 1996, 76, TWG, 2004]

2.4.3.3.7 Extraction discontinue de l'air provenant de la presse, des sècheurs et de la salle des presses

Description : L'air extrait provenant de la salle des presses est conduit vers le système de traitement des gaz résiduels, avec l'air provenant des sècheurs et des presses encapsulées. Cependant, l'air est extrait uniquement lorsque les presses fonctionnent.

Il y a des locaux où le personnel contrôlant le procédé d'impression se trouve dans des salles de contrôle séparées. Dans ce cas, les salles des presses séparées où les machines sont isolées peuvent être considérées comme des encapsulations de presses. L'air provenant de la salle des presses est extrait et conduit vers le système de traitement des gaz résiduels. Cette situation peut être similaire à celle décrite à la Section 2.4.3.3.5.

Avantages pour l'environnement : Faibles émissions de toluène

Effets croisés : Une augmentation de la consommation d'énergie pour l'extraction et la récupération du toluène.

Données d'exploitation : Toutes les imprimeries d'héliogravure d'édition sont équipées de systèmes de traitement des gaz résiduels ; cependant, la capacité du système existant peut ne pas être suffisante pour gérer le flux d'air provenant de la salle des presses.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Les économies pour chaque kg de toluène récupéré sont d'environ 0,50 EUR.

Moteurs de la mise en œuvre : Mise en œuvre de la DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

2.4.3.3.8 Extraction continue de l'air provenant de la presse, des sècheurs et de la salle des presses

Description : L'air provenant des sècheurs et de la presse encapsulée est conduit en continu vers le système de traitement des gaz résiduels. De plus, l'air extrait de la salle des presses est aussi dirigé vers l'installation de récupération.

Il y a des locaux où le personnel contrôlant le procédé d'impression se trouve dans des salles de contrôle séparées. Dans ce cas, les salles des presses séparées où les machines sont isolées peuvent être considérées comme des encapsulations de presses. L'air provenant de la salle des presses est extrait et conduit vers le système de traitement des gaz résiduels. Cette situation peut être similaire à celle décrite à la Section 2.4.3.3.6.

Avantages pour l'environnement : Les émissions totales peuvent être réduites à un niveau d'environ 5 à 8,5 % de l'entrée totale de toluène.

En appliquant également des encres de rétention, deux imprimeries flamandes ont pu atteindre un niveau d'émission de 6,5 % de l'entrée totale.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Toutes les imprimeries d'héliogravure d'édition sont équipées d'un système de traitement des gaz résiduels, cependant la capacité du système existant peut ne pas être suffisante pour gérer le flux d'air provenant de la salle des presses.

Pour les deux imprimeries flamandes, il est estimé que cette technique présente un bon niveau d'émission atteignable de 6,5 %, tout en évitant une consommation d'énergie excessive.

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée dans les nouvelles installations. Aux Pays-Bas, toutes les grandes imprimeries appliquent cette technique depuis 1996. La mise à niveau peut avoir un

coût prohibitif car elle requiert un remplacement presque complet du système de traitement des gaz et de nouvelles conduites doivent être installées.

Aspects économiques : Représente un coût supplémentaire d'investissement, par rapport à une situation où seuls les sècheurs sont connectés au système de traitement des gaz résiduels, d'environ 0,5 millions EUR par presse. Les coûts d'exploitation supplémentaires sont d'environ 100 000 EUR par an par presse.

Les économies pour chaque kg de toluène récupéré sont d'environ 0,50 EUR.

Moteurs de la mise en œuvre : Mise en œuvre de la DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Deux imprimeries dans les Flandres, en Belgique, et toutes les grandes imprimeries hollandaises.

Littérature de référence : [35, Aminal, et al., 2002] [29, Netherland, 1996, 76, TWG, 2004]

2.4.3.3.9 Ventilation de l'air en circuit fermé

Description : L'air aspiré par le système de traitement des gaz résiduels est renvoyé aux sècheurs ou à la salle des presses. Cela requiert un système de traitement des gaz résiduels avec une capacité bien plus importante que la normale. La fréquence du cycle d'adsorption/désorption est très courte pour atteindre des niveaux très faibles de toluène dans le flux d'air recyclé. Avant d'envoyer à nouveau le flux d'air aspiré dans le bâtiment, l'air doit être refroidi.

Avantages pour l'environnement : Selon la taille de la presse, les émissions totales peuvent être réduites de 20 à 75 t/an.

Effets croisés : Une fréquence plus importante du cycle d'adsorption/désorption produit une quantité plus importante d'eaux usées et requiert une quantité plus importante d'énergie. Davantage d'énergie est aussi nécessaire car la capacité du système de traitement des gaz résiduels est plus importante. Cependant, plusieurs options de réduction d'énergie ou de réutilisation de l'énergie sont couramment installées.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Applicable dans les nouvelles presses équipées d'un nouveau système de traitement des gaz résiduels. La technique est aussi applicable aux presses existantes lorsqu'un nouveau système de traitement des gaz résiduels doit être installé. La mise à niveau d'un système existant de traitement des gaz résiduels est trop coûteuse.

Une nouvelle presse de trois mètres aux Pays-Bas, qui comprend un nouveau système de traitement des gaz résiduels et qui applique une ventilation de l'air en circuit fermé, a atteint une réduction des émissions de toluène de 75 t/an. Pour les deux imprimeries flamandes, avec des presses qui sont plus petites et plus lentes, la réduction pouvant être atteinte est de 20 t/an par presse, cependant la technique n'est pas installée dans ces imprimeries, les coûts de mise à niveau étant trop élevés.

Aspects économiques : Pour une presse de trois mètres, les coûts d'investissement supplémentaires, en plus des coûts d'un nouveau système de traitement des gaz résiduels, sont de 5 millions EUR. Les coûts de fonctionnement sont les mêmes que lorsque des techniques d'économie d'énergie sont installées. Les coûts par tonne d'émission de toluène évitée sont d'environ 10 000 EUR, sur la base d'un crédit sur une période de 10 ans et d'un taux d'intérêt de 7 % (1999).

Les économies pour chaque kg de toluène récupéré sont d'environ 0,50 EUR.

Moteurs de la mise en œuvre : Mise en œuvre de la DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Etten Lew, aux Pays-Bas.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [35, Aminal, et al., 2002] [4, Intergraf and EGF, 1999, 76, TWG, 2004]

2.4.3.3.10 Lames d'air sur la bobine imprimée

Description : Les lames d'air empêchent la bobine de transporter l'air chargé de solvant en dehors des sècheurs.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvant sont réduites.

Effets croisés : Le niveau sonore peut augmenter ainsi que la consommation d'énergie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Applicable aux procédés d'impression par bobine utilisant des systèmes de séchage à air forcé.

Aspects économiques : Relativement peu coûteux. Augmentation des coûts d'énergie.

Moteurs de la mise en œuvre : Mise en œuvre de la DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Cette technique est couramment appliquée dans l'héliogravure d'édition.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999]

2.4.3.4 Nettoyage

2.4.3.4.1 Nettoyage dans la presse des cylindres d'impression

Description : Les cylindres d'impression dans les presses d'héliogravure d'édition sont nettoyés automatiquement dans la presse.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Appliqué dans l'héliogravure d'édition.

Applicabilité : Seulement pour les nouvelles presses.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999]

3 FABRICATION DES FILS DE BOBINAGE

[12, UBA Germany, 2002] [54, BMLFUW Austria, 2003] [64, EWWG, 2004]
[76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.1 Informations générales sur l'industrie du fil de bobinage

La fabrication de fils de bobinage fait intervenir un type unique de traitement de surface à l'aide de solvants ; il s'agit d'appliquer une couche d'isolation électrique (émail) sur la surface d'un fil de cuivre, bien que le substrat puisse dans certains cas être constitué d'un fil d'aluminium. La couche isolante est appliquée pour des raisons fonctionnelles plutôt que pour des raisons décoratives ou protectrices, la couche d'émail devant conférer une résistance diélectrique élevée et durable pendant toute la durée de vie du fil enroulé autour du noyau de la bobine. La surface a également besoin d'être enduite d'une couche de lubrifiant de bonne qualité pour garantir que l'enroulement soit bien exécuté et que le posage du fil ne pose aucun problème.

Il faut insister sur le fait que toutes les informations et toutes les valeurs d'émission dans toutes les sections relatives au fil de bobinage sont indiquées pour des fils de bobinage de cuivre en raison de leur importante prédominance sur le marché. Dans le cas de la fabrication de fil d'aluminium, toutes les valeurs limites d'émission qui s'y rapportent et les données relatives à l'émission réalisable doivent être adaptées en fonction du poids spécifique du produit en utilisant un facteur de conversion de 3,29 en fonction du rapport des poids spécifiques du cuivre et de l'aluminium (respectivement 8,9 et 2,7 g/cm³).

Le Tableau 3.1 fournit les chiffres relatifs à la production des fils émaillés en Europe sur la période allant de 1970 à 2000, et l'utilisation corrélée de solvants organiques.

Année	Production (t)	Consommation de solvants organiques (t)	Consommation spécifique de solvants organiques (t/t)
1970	150000	11250	0,075
1990	286000	20020	0,070
2000	390000	25350	0,065

Tableau 3.1 : Chiffres de la production de fils émaillés et de l'utilisation corrélée de solvants organiques de 1970 à 2000 en Europe.
[64, EWWG, 2004]

Selon l'ESIG, la consommation totale de solvants en Europe est d'environ 4,5 millions de t/an. D'après le Tableau 3.1, on peut voir que la part de l'industrie du fil de bobinage correspond à 0,6 % de ce chiffre.

L'industrie européenne du fil de bobinage se compose d'environ 40 installations et de près de 4600 ouvriers. Une installation classique entrant dans le cadre de l'IPPC a de 50 à 250 employés ; la majeure partie d'entre elles étant des entreprises familiales.

Étant donné que les produits électriques et électroniques sont fabriqués et vendus dans le monde entier, les fils de bobinage entrant dans la composition de ces produits sont fabriqués selon les normes internationales. Les matériaux isolants sont classés dans les cahiers des charges techniques de livraison de la série de normes EN 60317. Par conséquent, les fils sont fabriqués suivant les spécifications du client pour le type de produits agréés qu'il produit, et le fabricant n'est pas libre de décider du type de revêtement. Les fils de bobinage peuvent être produits dans des centaines de dimensions différentes, mais on les regroupe généralement de la manière suivante :

Type de fil	Au-delà de (mm)	Jusqu'à et incluant (mm)
Fils ultra fins	-	0,040
Fils fins	0,040	0,10
Fils moyens	0,10	1,0
Fils épais	1,0	6,0

Tableau 3.2 : Classification des types de fils de bobinage
[64, EWWG, 2004]

Il existe également des fils de bobinage de section rectangulaire variant entre petites dimensions et grandes dimensions d'environ 80 mm².

3.1.1 Caractéristiques du produit et applications en utilisation finale

Le fil émaillé est un produit utile grâce à son film isolant très fin et à spécification élevée, permettant la production de fils de bobinage compacts et écoénergétiques, pouvant être utilisés à des températures élevées. L'isolation se compose d'une ou plusieurs couches d'émail ou de ruban isolant, ou d'une combinaison des deux. Le choix du matériau isolant détermine certaines propriétés électriques courantes, telles que la tension disruptive, le coefficient de pertes, la résistance à l'effet de couronne, la décharge partielle. La stabilité thermique des matériaux de revêtement du fil est caractérisée par un indice de température. La résistance mécanique, la résistance chimique et la stabilité du courant électrique constituent les autres exigences spécifiques relatives aux revêtements isolants. Les systèmes d'isolation électrique actuels répondent déjà à ces exigences de couches fines (voir la série de normes du CEN, EN 60317, pour plus de détails). Ce sont surtout les propriétés électriques de ces fils de bobinage qui en font un produit unique, qui ne peut être comparé aux autres produits mentionnés dans ce document.

Les fils de bobinage sont principalement utilisés en tant que fils magnétiques dans les enroulements et les bobines. Ils sont utilisés dans toute une gamme d'applications, telles que les bobines miniatures des appareils médicaux, l'électronique de loisir (microphones, têtes audio et vidéo, etc.), les fils ultra fins dans les montres, ainsi que les enroulements pour les moteurs électriques, les relais et les transformateurs de puissance. Dans le matériel électrique, les fils de bobinage fonctionnent sous tension et sont conducteurs de courant. L'isolation électrique affecte directement la fonctionnalité du matériel, ainsi que sa sécurité. Les propriétés électriques du matériau isolant et des circuits d'application constituent un point qu'il est essentiel de considérer lorsque l'on aborde les MTD.

Au cours des dernières années, on a observé de nombreuses tentatives d'introduction de nouveaux matériaux isolants et de nouveaux circuits d'application alternatifs dans le but de réduire l'utilisation de solvants. Bon nombre d'entre elles ont échoué en raison de l'insuffisance des propriétés isolantes, même s'il est possible de citer des exemples de réussite dans le monde, comme l'utilisation d'émaux sans créosol, l'électrophorèse, le revêtement par pulvérisation en bandes, le revêtement par durcissement UV et le revêtement par extrusion. Celles-ci n'ont cependant pas encore été adoptées en tant que normes générales.

3.2 Procédés et techniques appliqués pour la fabrication de fils de bobinage

[12, UBA Germany, 2002] [54, BMLFUW Austria, 2003] [64, EWWG, 2004] [76, TWG, 2004]
[76, TWG, 2004]

Cette industrie est de petite envergure, et on ne compte, en Europe, qu'environ trois producteurs de machines utilisées pour la fabrication des fils de bobinage. C'est donc la même technique que l'on retrouvera dans la quasi-totalité des installations. Le procédé de fabrication des fils émaillés est généralement linéaire : après la production de fils de cuivre nus par étirage ou par laminage, on procède au nettoyage thermique ou au recuit des fils nus, aucun de ces procédés ne nécessitant l'utilisation de solvants. Les étapes suivantes sont l'application du revêtement en émail, le séchage et le durcissement de la résine, puis l'application de lubrifiant. Les solvants ne sont utilisés qu'au cours du revêtement de l'émail, et, selon le procédé utilisé, au cours de l'application du lubrifiant ; des émissions de solvant sont également générées au cours du séchage et du durcissement.

3.2.1 Procédé classique de fabrication de fils émaillés

La Figure 3.1 illustre le procédé classique de fabrication de fils émaillés.

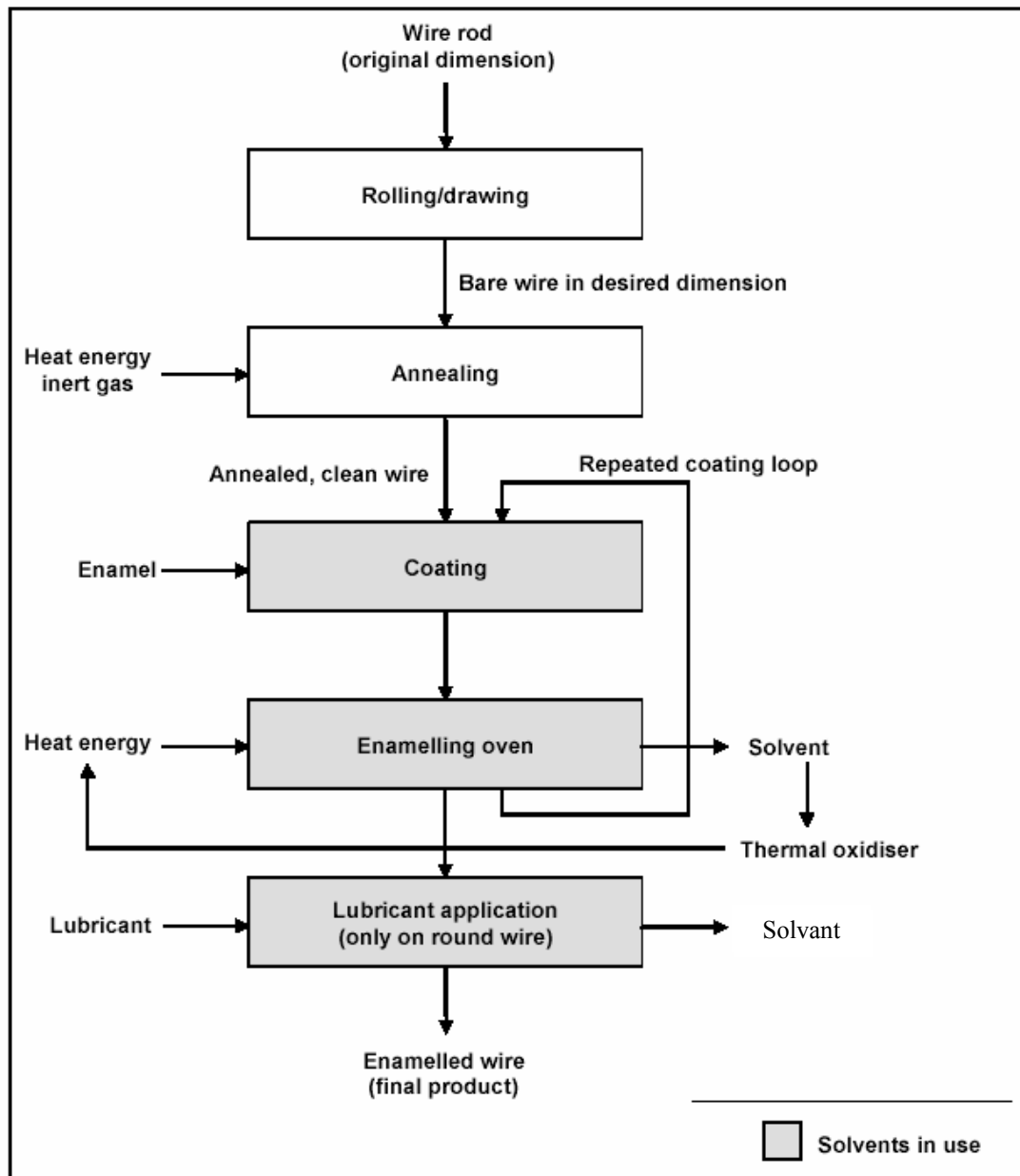


Figure 3.1 : Procédé classique de fabrication de fils émaillés
[64, EWWG, 2004]

Laminage et étirage

Il s'agit de procédés de déformation. Le laminage est un procédé de fabrication continu ou par étapes faisant intervenir un système de compression. Le matériau peut être laminé à température ambiante ou à des températures élevées. Habituellement, les fils destinés à être émaillés ou destinés à être utilisés comme fils de bobinage isolés sont fabriqués par étirage. Le fil est étiré dans des filières à étirer, pour en réduire le diamètre et en augmenter la longueur. Pour la fabrication de fils fins, les fils doivent subir plusieurs cycles d'étirage afin d'atteindre la dimension voulue. Le processus d'étirage fait intervenir une force de traction et de pression permettant d'étirer le matériau.

Recuit

Le processus d'étirage des fils est suivi d'un processus de recuit, au cours duquel le fil passe par des tubes chauffés (contenant une atmosphère inerte afin d'éviter toute oxydation), après quoi le fil est recristallisé et assoupli.

Revêtement en émail

L'étape suivante consiste en l'application d'émail, suivie du séchage et du durcissement de la couche d'émail. Le revêtement est habituellement appliqué sur le fil en mouvement en trempant le fil dans un bain d'émail par un mouvement continu, et en mesurant la quantité d'émail appliquée par une filière

précisément dimensionnée ou par application contrôlée par des coussinets de feutre. Chaque couche appliquée mesure généralement de 1 à 10 µm d'épaisseur, selon le diamètre du fil, ceci permettant aux solvants de s'évaporer à mesure que le fil circule dans le four d'émaillage.

Séchage et durcissement

Le fil enrobé circule ensuite dans la chambre d'émaillage, qui consiste en une chambre chauffée (horizontale ou verticale) où le solvant s'évapore, avant que le fil ne passe dans une zone de plus forte température (400 – 700 °C) où la couche d'émail est cuite. Le fil peut ensuite repasser dans le circuit de revêtement pour recevoir une nouvelle couche de revêtement. Au cours de ce processus de revêtement continu, il est possible d'appliquer jusqu'à 30 couches d'émail jusqu'à obtention d'une couche à l'épaisseur désirée.

À l'heure actuelle, des fours à air recirculé sont utilisés dans les procédés de revêtement de fils. La direction de l'air recirculé peut suivre le sens du déplacement du fil ou le sens contraire. La recirculation de l'air présente l'avantage de pouvoir réduire les volumes ventilés. Le processus d'évaporation des solvants permet l'évaporation des solvants et le mélange air/solvant est habituellement traité dans un oxydant catalytique, permettant de s'assurer que les concentrations de solvants résiduel sont inférieures aux limites légales (généralement de 20 à 30 mg de C organique/Nm³). La chaleur dégagée lors de ce processus par l'oxydant thermique peut être utilisée au cours du processus de séchage pour chauffer l'air circulant (boucle).

Dans les fours chauffés au gaz, l'air chargé de solvant est directement envoyé dans un brûleur à gaz, qui est conçu pour permettre le mélange intime de l'air secondaire et où se produit l'oxydation. Pour s'assurer que la concentration de solvant n'excède pas la limite d'explosivité inférieure, il est important de fournir un excès d'air. En utilisant un chauffage électrique, l'air chargé en solvants circule au-dessus d'éléments chauffants pour atteindre une température supérieure à 500 °C. Cela suffit généralement à assurer une oxydation complète. Dans tous les cas, les fours à chauffage électrique utilisent des catalyseurs à métaux précieux. L'efficacité de l'oxydation suffit à garantir que les limites de contrôle des émissions relatives aux émissions de COV sont toujours respectées. Après l'oxydation thermique ou catalytique des solvants, l'air est recirculé pour permettre un chauffage complet ou partiel de la chambre d'émaillage. Les vitesses des rejets gazeux peuvent être inférieures à celles rencontrées dans d'autres industries pour permettre un équilibre maximum de l'efficacité de l'énergie par l'utilisation d'air recirculé. Il est important que l'oxydation se produise lorsque le courant d'air est recirculé. L'oxydation dans le four ne produira qu'un air expulsé plus chaud.

Les fours utilisés à l'heure actuelle pour les fils émaillés très fins fonctionnent par rayonnement ou par combinaison de rayonnements et d'air circulé.

Habituellement, la chambre d'émaillage est maintenue dans des conditions de pression négative afin de pouvoir capter les émissions diffuses éventuelles provenant du circuit d'émaillage et pour éviter que les éventuels produits de dégradation ou produits de combustion ne contaminent l'air du lieu de travail. L'installation d'un encoffrement autour de l'applicateur d'émail contribuera également à réduire les émissions diffuses provenant de l'émail liquide.

Application de lubrifiant

En fonction des exigences relatives au produit fini, le fil émaillé pourra être lubrifié avant d'être enroulé autour d'une bobine. Un certain nombre de lubrifiants contiennent différents solvants organiques volatils.

La paraffine est généralement appliquée grâce à un solvant organique avec une teneur en solvants allant de 98 à 99,9 %. Des lubrifiants, sous forme d'émulsions concentrées, présentant une teneur en solvants allant de 50 à 95 %, des émulsions à base d'eau ou même des résines coulées sans solvants sont également utilisés dans cette industrie, mais ne rencontrent qu'un succès limité. En cas d'utilisation d'alternatives sans solvants, les exigences de qualité du client relatives à l'épaisseur et à l'homogénéité de la couche de lubrifiant doivent être respectées. Les clients précisent généralement le lubrifiant à utiliser. D'un point de vue général, on peut affirmer que les exigences de qualité élevées et les fins sont moins appropriées à l'utilisation de lubrifiants sans solvants. Les clients devraient, à chaque fois que possible, être encouragés à utiliser des produits comme les émaux auto-lubrifiants ou la cire solide.

Une alternative à l'application de solvants pourrait consister en l'application d'un lubrifiant fondu sur la surface du fil par coussinet imbibé de lubrifiant ou en épaississant le fil émaillé fini par l'application d'un filament de lubrifiant qui fond grâce à la chaleur résiduelle du fil. Cette dernière technique consiste à appliquer le lubrifiant en entourant deux à trois fois le filament autour du fil émaillé et en le faisant

circuler dans la même direction que le fil, mais à une vitesse moins importante. Aucune de ces techniques ne convient encore à l'application de lubrifiant sur des fils fins de diamètre inférieur à 0,1 mm.

3.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels de la fabrication de fils de bobinage

3.3.1 Bilans massiques

[12, UBA Germany, 2002] [54, BMLFUW Austria, 2003]

La gamme de diamètres des fils produits (entre 0,01 et 6,0 mm) entraîne une variation importante entre la quantité de production (tonnes de fils) et la surface enrobée du produit (m²). Par conséquent, les techniques et les vernis appliqués pour les fils fins diffèrent des techniques et des vernis appliqués pour les fils de grand diamètre.

Les bilans massiques de deux types différents d'installations existantes en Allemagne sont présentés ci-dessous ; les données qui figurent dans le Tableau 3.3 et dans le Tableau 3.4 sont fournies à titre de valeurs spécifiques pour 1 000 kg de produit fini. Ces données sont très similaires aux consommations et niveaux d'émissions des deux installations de production qui se trouvent en Autriche.

La première installation, dont les données sur la consommation et les émissions figurent dans le Tableau 3.3, peut être décrite comme suit :

* installation M : produit des fils de taille moyenne, principalement d'un diamètre de 0,6 mm, trois postes sur 320 à 340 jours par an, une capacité habituelle de 90 t de fil par ligne/par an.

Ressources		Production	
Matières premières			
Fil de cuivre (8 mm)	1070 kg	Produit (fil de cuivre de 0,6 mm)	970 kg
		Résidus de fil (nu et enrobé)	100 kg
Vernis et solvants			
Polymère dans les vernis	38 kg	Vernis sur le produit	30 kg
		Pertes de polymère	8 kg
Solvants	71,5 kg	Solvants dans les déchets	4,7 kg
		Oxydation catalytique des COV ⁽¹⁾	58,6 kg
		COV émis	8,2 kg
		NO _x CO CO ₂	(2)
Matériaux de procédé			
Eau	~ 1 000 kg	Eau	~ 1 000 kg
Cire	0,1 kg	Cire	0,1 kg
Lubrifiant pour étirage	0,3 kg	Résidu de lubrifiant pour étirage, humide	3,5 kg
Énergie			
Énergie	2,1 MWh ⁽³⁾		

¹⁾ Cette valeur ne correspond pas à une quantité d'émission mais à la part d'apport de COV utilisée pour la récupération d'énergie par oxydation thermique ou catalytique.

²⁾ Aucune valeur représentative des émissions n'est disponible pour pouvoir calculer les facteurs d'émission spécifiques. Des relevés simples ont montré que des concentrations allant jusqu'à plusieurs milliers de mg/m³ sont obtenues. Les valeurs des NO_x et du CO sont étroitement liées à l'augmentation de l'apport de composés azotés provenant des systèmes de vernissage (NMP).

³⁾ La valeur est étroitement liée au système du produit (isolation).

Tableau 3.3 : Bilan massique d'une installation produisant des fils de bobinage de taille moyenne [12, UBA Germany, 2002] [54, BMLFUW Austria, 2003]

La seconde installation, dont les données sur la consommation et les émissions figurent dans le Tableau 3.4, peut être décrite comme suit :

* installation F : produit des fils fins, principalement d'un diamètre de 0,08 mm, trois postes sur 320 à 340 jours par an, une capacité habituelle de 30 t de fil par ligne/par an.

Ressources		Production	
Matières premières			
Fil de cuivre (8 mm)	1100 kg	Produit (fil de cuivre de 0,08 mm)	962 kg
		Résidus de fil (nu et enrobé)	138 kg
Vernis et solvants			
Polymère dans les vernis	58 kg	Vernis sur le produit	38 kg
		Pertes de polymère	20 kg
Solvants	186 kg	Solvants dans les déchets	6 kg
		Oxydation catalytique des COV ⁽¹⁾	165 kg
		COV émis	15 kg
		NO _x CO CO ₂	(2)
Matériaux de procédé			
Eau	~ 1 000 kg	Eau	~ 1 000 kg
Cire	0,1 kg	Cire	0,1 kg
Lubrifiant pour étirage	0,3 kg	Résidu de lubrifiant pour étirage, humide	6,5 kg
Énergie			
Énergie	4,5 MWh		

¹⁾ Cette valeur ne correspond pas à une quantité d'émission mais à la part d'apport de COV utilisée pour la récupération d'énergie par oxydation thermique ou catalytique.

²⁾ Aucune valeur représentative des émissions n'est disponible pour pouvoir calculer les facteurs d'émission spécifiques. Des relevés simples ont montré que des concentrations allant jusqu'à plusieurs milliers de mg/m³ sont obtenues. Les valeurs des NO_x et du CO sont étroitement liées à l'augmentation de l'apport de composés azotés provenant des systèmes de vernissage (NMP).

Tableau 3.4 : Bilan massique d'une installation produisant des fils de bobinage fins
[12, UBA Germany, 2002] [54, BMLFUW Austria, 2003]

Une installation de production de fils de bobinage se compose de plusieurs machines. Habituellement, les machines d'une installation existante correspondent à différentes qualités techniques qui peuvent influencer les émissions globales provenant de l'installation. Les paramètres importants à prendre en compte dans ce contexte sont les suivants :

- * la technique appliquée à chaque machine
- * le diamètre du fil produit
- * la qualité produite.

Généralement, les fils fins sont liés à des émissions de COV spécifiques plus élevées (calculées en g de COV par kg de produit) par rapport aux fils plus épais. Cela est dû à la relation poids du produit/surface du produit et à la part de COV qu'il est possible d'obtenir dans les vernis et les lubrifiants. Voici un exemple : un fil d'un diamètre de 0,02 mm entraîne des émissions de COV quatre fois supérieures aux émissions produites par un fil d'un diamètre de 0,1 mm. L'analyse des relevés récents dans les installations produisant des fils fins et des fils ultrafins montre des émissions de COV disproportionnellement élevées dans le procédé d'application de lubrifiant et le procédé d'émaillage pour des techniques d'application spécifiques présentant une teneur en solvants très élevée. Néanmoins, l'impact sur la valeur globale des émissions de COV semble être négligeable en raison du pourcentage très faible de ces produits en comparaison avec le tonnage total de la production de fil.

Les valeurs d'émission présentées dans les Tableaux 3.3 et 3.4 indiquent que ces deux installations existantes ne peuvent, à l'heure actuelle, satisfaire aux valeurs limites indiquées dans la Directive relative aux émissions de solvants. Il est important de savoir que la part essentielle des émissions de COV est liée à l'application de lubrifiants.

3.3.2 Consommations

[80, EWWG, 2004] [12, UBA Germany, 2002] [76, TWG, 2004]

Les étapes du procédé d'application de solvants sont le revêtement, y compris le durcissement du revêtement, et l'application du lubrifiant.

3.3.2.1 Revêtements

Le Tableau 3.5 présente les différents systèmes de revêtement appliqués et leur teneur moyenne en solvant en fonction du type de fil de bobinage produit. Les systèmes de revêtement marqués d'un astérisque (*) ont pour composé organique volatil la n-méthylpyrrolidone (NMP). Pendant de nombreuses années, des discussions ont été menées avec le fournisseur des systèmes d'application d'email nécessitant de la NMP en vue de remplacer cette dernière par un solvant sans azote. Ce remplacement a été tenté de diverses manières, mais jusqu'à présent, les résultats n'ont pas pu être acceptés pour des raisons techniques. D'après les fabricants d'email, pour les systèmes d'isolation mentionnés, l'utilisation de NMP est, à l'heure actuelle et sera dans un futur proche, inévitable. Le marché des composants électromagnétiques qui utilise des fils émaillés doit avoir conscience des exigences relatives aux spécifications techniques et de sécurité, des produits pour lesquels l'isolation doit satisfaire aux exigences élevées de performance thermique, mécanique et électrique spécifiées pour la classe de température.

Produit	Système de revêtement isolant	Part de la production totale (%)	Teneur moyenne en solvants (%)
Fils ronds soudables	Polyuréthane	13	65 – 80
Fils ronds pour hautes températures	Époxy, polyester, polyamide, polyimide, polyester-imide avec couches supplémentaires de polyamide-imide (*)	70	55 - 75
Fils ronds d'auto-connexion	Comme ci-dessus (première et deuxième lignes de ce tableau) avec des couches de liaison supplémentaires de polyamide aliphatique ou aromatique (*)	11	55 – 75
Fils rectangulaires	Selon la classe de température : polyacétal de vinyle, polyester-imide, polyamide-imide avec couche de connexion supplémentaire(*)	6	60 – 80
Total		100	55 – 75

Tableau 3.5 : Principaux produits de fils de bobinage et systèmes de revêtement appliqués [12, UBA Germany, 2002] [76, TWG, 2004]

La teneur en matière sèche des revêtements de fils varie généralement entre 20 et 45 % ; les 55 à 80 % restants sont constitués de solvants organiques. Pour les fils ultrafins (avec des diamètres de l'ordre de dix microns), des teneurs en matière sèche pouvant atteindre 75 % sont nécessaires, et plus le diamètre des fils augmente, moins la quantité de solvant nécessaire dans l'application du revêtement est importante, c'est-à-dire aux environs de 55 %. Le choix du solvant pour l'application du revêtement dépend du type de revêtement.

Pour pouvoir obtenir le niveau d'isolation requis, les systèmes de revêtement complexes se composent habituellement de polymères spéciaux dissous dans des mélanges de solvants particuliers. Les composés organiques, qui sont des solvants forts (crésol, NMP), sont nécessaires pour dissoudre les polymères de poids moléculaire élevé (polyester-imide et polyamide-imide) et ne peuvent être remplacés par d'autres solvants présentant une solubilité et un impact environnemental moindres. Les solvants les plus couramment utilisés dans l'industrie sont les acides crésyliques (crésols), le xylène étant utilisé comme diluant, le naphta et autres composés aromatiques, ou la NMP. Tous sont des solvants présentant un point d'ébullition élevé/une faible pression de vapeur, conçus pour une production à haute température, et présentant par conséquent des taux d'évaporation très faibles à température ambiante.

À l'heure actuelle, quelques techniques de revêtement alternatives ont été développées :

- * revêtements par résine coulée
- * revêtements à haut extrait sec et à très haut extrait sec
- * revêtements sans crésol
- * revêtements aqueux
- * revêtements par électrodéposition
- * revêtements à deux composants
- * revêtements en poudre polyester
- * revêtements avec durcissement UV
- * revêtements par extrusion avec thermoplastiques.

Cependant, pour de nombreuses raisons, comme la faible performance en matière de qualité, ainsi que des aspects économiques, technologiques ou liés à la sécurité, ces alternatives n'ont pas encore réussi à prendre le pas sur les revêtements classiques des fils de bobinage.

3.3.2.2 Lubrifiants

Plusieurs lubrifiants contiennent différents solvants organiques volatils, mais on applique habituellement de la paraffine (cire) avec une teneur en solvants organiques de 98 à 99,9 %. Des alternatives comme les émulsions concentrées de lubrifiants, présentant une teneur en solvants allant de 50 à 95 %, les émulsions à base d'eau ou les résines coulées sans solvants sont également utilisées, mais ne rencontrent qu'un succès limité.

3.3.3 Émissions

[80, EWWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.3.3.1 Émissions dans l'air

Émissions de COV, de NO_x et de CO

Les valeurs présentées dans le Tableau 3.6 sont des exemples de relevés effectués dans quelques installations, qui donnent une indication des niveaux actuels d'émissions de COV, de NO_x et de CO :

	Installations M ¹ (g/kg)	Installations F ² (g/kg)
COV	~ 8	~ 15
NO _x ³	~ 10	~ 12,5
CO	~ 8,5	~ 15
Notes :		
¹ . Installations M : il s'agit des données provenant des installations qui produisent des fils de taille moyenne (diamètres > 0,1 mm).		
² . Installations F : il s'agit des données provenant des installations qui produisent des fils fins (avec un diamètre moyen ≤ à 0,10 mm).		
³ . Aucun site de fabrication de fils fins n'utilise que des produits contenant de la NMP. Les valeurs les plus élevées sont tirées des relevés réalisés sur les chaînes de production qui utilisent exclusivement un isolant contenant de la NMP (voir Section 3.3.2.1 et les discussions sur les NO _x plus loin dans cette section).		
(Voir également le Tableau 3.3 et le Tableau 3.4)		

Tableau 3.6 : Exemples de relevés des émissions dans l'air
[80, EWWG, 2004]

De nombreuses tentatives ont été faites pour atteindre un faible niveau d'émissions de CO et de NO_x ; on a cependant accordé la priorité à l'exploitation efficace de la machine d'émaillage et à la destruction des COV.

Émissions de COV : Au niveau de l'UE-25 pour l'année 2000 (selon le modèle RAINS), les émissions de COVNM s'élevaient à 5,4 kt, soit 0,05 % des émissions totales de COVNM. L'activité totale correspondait à 420 kt de fils de bobinage enduits, et le facteur d'émission moyen s'élevait à environ 12,3 kg de COVNM/t de fil enrobé, ce qui signifie que les émissions générées par ce secteur sont déjà partiellement traitées dans l'UE-25 (sur la base d'un facteur d'émissions non traitées de 17 g/kg en 1990). Les émissions de COV qui émanent du procédé de séchage sont proportionnellement inférieures en raison du traitement des gaz résiduels. La principale source de COV qui subsiste provient de l'application des lubrifiants. Dans le Tableau 3.6, les fils fins sont produits en y appliquant une dernière couche de cire avec du white spirit. Le white spirit sèche, entraînant une augmentation des émissions de COV. Cependant, dans le cas des fils plus épais, il est possible d'avoir recours à de nouvelles techniques nécessitant moins de solvants, mais ces techniques ne peuvent pas encore être utilisées sur les fils fins de 0,01 à 0,1 mm (voir Section 3.4.5.6) [128, TWG, 2005].

Les émissions de solvants générées par l'industrie ont été réduites de façon constante pendant plus de 40 ans, et le chiffre de base a été estimé à 13 g/kg pour 1995 (au début des analyses des émissions). L'industrie a proposé d'atteindre un objectif de réduction des émissions de 5 g/kg pour les fils d'un

diamètre $> 0,1$ mm d'ici 2007 et de 10 g/kg pour les fils fins (d'un diamètre moyen $\leq 0,1$ mm). Ces

chiffres sont fondés sur une étude réalisée dans l'industrie en utilisant les meilleures techniques disponibles décrites dans ce chapitre et modifiées par l'expérience de la difficulté à réduire les quantités de solvants utilisées dans la production de fils fins (voir par exemple la Section 3.4.5.6). Ceci équivaut à une réduction allant jusqu'à 60 % (et jusqu'à 70 % comparé aux estimations de la situation en 1990). [55, Europacable, 1997]

Des *oxydes d'azote* (NO_x) (voir Section 20.11.9) [140, Tempany, 2006, 163, EWWG, 2005, 193, Tempany, et al., 2006] sont produits suite à l'oxydation des COV dans les gaz résiduels et entraînent un conflit croisé entre la réduction des COV et la création de NO_x . Une des sources d'émissions de NO_x est le résultat direct de l'oxydation des solvants azotés utilisés dans la production de certains systèmes d'émaillage (voir Tableau 3.5). La concentration de NO_x est proportionnelle à la destruction de COV pour les produits qui contiennent des solvants azotés. Seule une partie de l'azote présent dans la NMP est convertie en oxydes d'azote, selon une proportion de 90 % de NO et de 10 % de NO_2 . L'autre source majeure de NO_x est l'oxydation de l'azote présent dans l'atmosphère lors de la combustion des COV dans le four. Lors de l'utilisation d'émaux qui contiennent de l'azote, les valeurs d'émission de NO_x peuvent être largement supérieures à 150 mg/Nm^3 , selon les conditions spécifiques du flux d'air dans la machine d'émaillage et le nombre de machines qui utilisent des solvants contenant de l'azote. Dans d'autres cas, avec des flux d'air différents et une utilisation de NMP différente dans les machines de traitement, les valeurs équivalent à 150 mg/Nm^3 et l'on ne peut les distinguer des niveaux satisfaisants de NO_x associés à la combustion (voir le BREF CWW [67, EIPPCB, 2003]). Il s'agit d'un problème courant dans toutes les installations d'Europe. Les émaux qui contiennent des solvants sans azote, tels que le polyacétal de vinyle, permettent de produire des fils de faible classe de chaleur, et ne répondent pas aux spécifications exigées par les clients que les produits contenant du polyamide-imide satisfont. À l'heure actuelle, les émissions de NO_x ne subissent pas de traitement après oxydation catalytique.

Installation(s)	Groupe de 34 fours d'émaillage	Groupe de 165 fours d'émaillage	Installation d'émaillage 1	Installation 2
Brève description de l'installation	Rejets gazeux récupérés dans trois tubes menant à une seule cheminée (conduit de fumées) Conditions locales particulières : zone industrielle, à proximité d'une centrale électrique	Rejets gazeux récupérés par des hottes d'aspiration au-dessus de sources uniques dans quatre cheminées (conduits de fumées), de 35 à 50 m de haut Pour éviter les émissions d'odeurs (nuisance olfactive pour le voisinage), une quantité importante d'air provenant du hall de production est extraite avec le gaz provenant du four Les sources sont réparties sur une surface d'environ 10 000 m ² Conditions locales particulières : zone industrielle et résidentielle mixte (centrale thermique climatique)	80 % de toutes les chaînes de production utilisaient de la NMP pendant les périodes de relevé. Dilution du rejet gazeux dans la hotte : 1/10 pour le four, 9/10 pour le hall Estimation : Les 2/3 des NO _x sont générés par l'apport d'azote (NMP), 1/3 est causé par le procédé thermique.	Relevé au niveau du ventilateur sur le toit (ventilation du hall de production et air provenant du refroidissement du four d'émaillage) Émissions de NO _x entraînés par une source de procédé réduite et incontrôlable. Nombre de ventilateurs : plus de 100, répartis sur la zone de production de 10 000 m ²
Débit volumique (Nm³/h)	3700, 7000, 34500	De 53600 à 98000 dans chacune des cheminées Valeur moyenne : 68480	60 - 810	
Température (°C)	~ 80 température du gaz à l'entrée de la cheminée	70 – 110 température du gaz à l'entrée de la cheminée	250 – 550 température du rejet gazeux non dilué à la source	30 – 45 température de l'air
Concentration (mg NO_x/Nm³)	19 60 34	Moyenne : 51,3	550 – 1500 Moyenne : 615	Valeur moyenne : 12
Débit massique de NO_x (kg de NO_x/h)		Total : 14,07	Moyenne : 0,0835 depuis une seule source	Total : 4 sources uniques Moyenne : < 0,040

Tableau 3.7 : Fils de bobinage - Autres exemples d'émissions de NO_x
[193, Tempany, et al., 2006]

La quantité totale de NO_x émis par l'industrie est estimée entre 1 et 2,7 kilotonnes par an (d'après les chiffres EUROSTAT 2000).

Le *monoxyde de carbone* est formé par la combustion partielle des composants de l'émail au cours de l'incinération catalytique dans la machine d'émaillage. Le monoxyde de carbone est une conséquence de la destruction des solvants plutôt que de l'efficacité du brûleur. La concentration de monoxyde de carbone dépend du temps de séjour dans le brûleur plutôt que d'un mauvais réglage du brûleur. Si l'on augmentait l'efficacité de la combustion, les émissions de CO diminueraient, mais en entraînant une augmentation proportionnelle des émissions de CO₂ et de NO_x.

Les machines d'émaillage ne sont pas contrôlées par rapport à leurs émissions de CO, mais par rapport à des conditions complètement différentes, à savoir :

* s'assurer que la température est correcte dans la machine d'émaillage pour obtenir les propriétés optimales de la couche d'émail. Augmenter la température du brûleur nécessiterait de diluer l'air pour

réduire la température dans l'ensemble de la chambre d'émaillage. Cette opération nécessiterait une quantité plus importante d'énergie et n'est donc pas considérée comme la meilleure option du point de vue environnemental.

- * utiliser l'excès d'air pour empêcher que la limite d'explosivité inférieure ne soit dépassée et empêcher ainsi que des explosions se produisent dans la machine. La réduction du flux d'air pour augmenter le temps de séjour n'est, par conséquent, pas envisageable.

Des tentatives ont été faites pour limiter les émissions de monoxyde de carbone en utilisant des catalyseurs secondaires, mais le respect des limites d'émission restera un problème en raison de la durée de vie relativement courte des catalyseurs et des implications financières que cela entraîne.

Émissions de poussière

Étant donné que les couches appliquées sur le fil sont extrêmement fines (de l'ordre de 10 µm), toute poussière présente dans le circuit d'émaillage entraînerait d'importants problèmes de qualité de la surface. Étant donné que les émissions dans l'air ne correspondent qu'à une partie de l'air recirculé, on ne devrait pas observer d'émissions de poussière.

Par rapport à la consommation actuelle et aux valeurs d'émission, on n'observe pas de différences majeures entre les pays européens étant donné que les mêmes outillages et la même technique de réduction totalement intégrée sont employés sur tous les types de machines d'émaillage.

3.3.3.2 Émissions dans l'eau

L'eau utilisée dans une installation de fabrication de fils de bobinage est habituellement utilisée en circuit fermé. Les émissions dans l'eau générées par le procédé d'émaillage sont peu importantes ; cependant, l'utilisation d'eau devrait être réduite au minimum, ce qui est habituellement réalisé de la manière suivante :

- * en réduisant le flux qui circule dans les bains de refroidissement et en recyclant l'eau au moyen de filtres et de désioniseurs lorsque cela est possible
- * en utilisant des conductimètres pour optimiser le traitement et préserver l'eau dans les tours de refroidissement
- * en prolongeant la durée de vie des émulsions de lubrifiants aqueux pour étirage en utilisant un système de filtration et de centrifugation lorsque cela est possible, et en assurant la bonne gestion du lubrifiant afin d'éviter un vieillissement prématuré entraîné par stagnation et biodégradation.

3.3.3.3 Déchets

Les principales sources de déchets proviennent du procédé d'étirage et de l'étape d'émaillage de la production de fils de bobinage [128, TWG, 2005].

Étirage :

- * l'émulsion d'étirage est utilisée dans un système fonctionnant en circuit fermé, qui est nettoyé en permanence au moyen d'un filtre papier ou d'un séparateur hydrocyclone. Pour réduire les quantités de déchets, on procède à un traitement de l'émulsion (régénération) en utilisant de l'eau déminéralisée ; l'eau s'évapore au cours du processus et les quantités de déchets sont réduites.
- * les filtres du circuit d'émulsion d'étirage contiennent une certaine quantité de particules de cuivre qui proviennent du procédé d'étirage. Celles-ci sont recyclées à l'extérieur pour en récupérer le cuivre.

Émaillage :

- * application de vernis. Pour réduire les pertes de vernis, celui-ci est appliqué dans des bains de vernis au cours de la séparation en filière en utilisant le circuit de vernissage et par application dosée de vernis au moyen de coussinets
- * recyclage des fils nus ou émaillés. Les déchets de production (fils nus et émaillés) sont intégralement recyclés.
- * les solvants usagés, les émaux résiduels et les chiffons nettoyants qui contiennent des solvants sont récupérés et éliminés (généralement par incinération).

3.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la fabrication des fils de bobinage

3.4.1 Techniques générales utilisées pour la fabrication de fils de bobinage

[128, TWG, 2005]

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer à la fabrication de fils de bobinage. Le Tableau 3.8 présente les techniques générales applicables à la fabrication de fils de bobinage. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique, et leur applicabilité est traitée plus bas dans cette section.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6 (sauf 20.6.3)
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Développement, optimisation et gestion des techniques d'extraction et de réduction	20.11.1
Sélection, conception et optimisation du système	20.11.1.1
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Traitement des solvants usagés pour réutilisation	20.13.2
Chiffons nettoyants jetables	20.13.3
Chiffons nettoyants réutilisables	20.13.4
Récupération des solvants usagés issus des chiffons	20.13.5
Conteneurs réutilisables	20.13.6
Réduction du bruit	20.16

Tableau 3.8 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

Le document de synthèse EGTEI relatif au revêtement des fils de bobinage (voir Annexe 24.1.1) donne des informations sur la rentabilité au niveau européen de certaines techniques de réduction des émissions de COV. Néanmoins, l'approche de l'EGTEI doit nécessairement limiter sa complexité et seules les principales techniques sont fournies, sans prendre en compte les autres facteurs MTD, comme les effets croisés ou les caractéristiques techniques des installations et des produits individuels. [133, EGTEI, 2005] [128, TWG, 2005]

Les techniques décrites dans les sous-paragraphe de la Section 20.6.3 ne s'appliquent pas à la fabrication de fils de bobinage. Le composé d'émaillage est fourni sous sa forme finale par le fabricant du composé en fonction de la teneur en solvants et en polymères demandée ; aucun mélange n'est réalisé dans l'installation de fabrication de fils de bobinage et aucune dilution ni ajout de solvants n'est nécessaire au cours du processus de fabrication des fils émaillés.

Section 20.7 : En raison de la nature spécifique et intégrée de l'équipement de revêtement des fils de bobinage (décrit dans les Sections 3.1, 3.2 et 3.4), les techniques générales qui ne portent que sur des aspects uniques ne sont pas applicables techniquement aux machines intégrées de fabrication de fils de bobinage.

Section 20.8 : Le séchage n'est pas applicable aux installations de fabrication des fils de bobinage, en raison des spécifications industrielles qui exigent une température élevée pour le procédé d'émaillage utilisé.

Section 20.10 : La substitution n'est pas applicable car le mélange des émaux spécifiés ne peut être modifié sans changer le mélange. La performance de la couche isolante est fixée par les normes internationales et spécifiée par les clients. Toutes les substitutions décrites dans les sous-paragraphe de la Section 3.4 ont été réalisées en collaboration étroite avec les clients, la plupart d'entre elles n'ayant pu satisfaire aux exigences telles qu'indiquées dans le sous-paragraphe spécifique.

Sections 20.11.2 à 20.11.8 : Les techniques données ne sont pas applicables à l'industrie de la fabrication des fils de bobinage. Le traitement des gaz résiduels utilisé dans le procédé en ligne dans les installations de fabrication de fils de bobinage est présenté en détail dans le Chapitre 3. Les machines d'émaillage propres à l'industrie ne permettent pas la modification ni le remplacement de certaines pièces du système. Le circuit de gaz des séchoirs est déjà optimisé pour permettre la recirculation et la récupération de chaleur, ainsi que l'oxydation des COV. La section relative à l'oxydation catalytique n'apporte pas d'informations complémentaires à cette section propre aux fils de bobinage. Le traitement biologique ne peut pas être appliqué en raison des températures élevées des gaz résiduels.

Section 20.11.9 : Les techniques de réduction des NO_x indiquent que la RSC et la RSNC n'ont pas été appliquées à l'industrie du fil de bobinage pour des raisons économiques. Les épurateurs aqueux devraient soit être montés sur chaque four/ligne, soit disposer de très gros systèmes de récupération des gaz résiduels. Ils n'ont pas été utilisés dans ce secteur et les quantités de NO_x émises ne semblent pas justifier l'investissement technique et économique à l'heure actuelle.

Section 20.12 : Le traitement des eaux usées n'est pas utilisé, car seul le procédé d'étirage est un procédé aqueux, qui utilise l'émulsion d'étirage en circuit fermé.

La section 20.13.7 n'est pas appliquée car on n'utilise pas de charbon actif.

La section 20.13.8 n'est pas appliquée car aucun traitement des eaux usées n'est effectué dans ce type d'installations.

Sections 20.14 et 20.15 : La réduction de la poussière et de l'odeur est déjà réalisée par la technique de production en chaîne.

Les techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD dans l'industrie du fil de bobinage et les tentatives de substitution des techniques et des matériaux sont indiquées dans les sous-paragraphe suivants (3.4.x).

3.4.2 Gestion de l'énergie

3.4.2.1 Refroidissement du fil par l'air ambiant ou l'air extérieur

Description : Une fois le revêtement en email séché et durci, le fil doit être refroidi avant qu'il ne puisse être renvoyé dans le circuit pour recevoir une nouvelle couche d'email ou y appliquer du lubrifiant. Pour cela, il est possible d'utiliser l'air ambiant ou l'air extérieur. En hiver, l'air ambiant et l'air extérieur sont généralement mélangés pour éviter la condensation d'eau dans le système de refroidissement.

Avantages pour l'environnement : Réduction de la consommation d'énergie étant donné que l'air ambiant et l'air extérieur n'ont pas besoin d'être refroidis ni de subir le moindre traitement avant d'être appliqués.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Couramment appliqué dans la fabrication de fils de bobinage.

Applicabilité : Applicable aux nouvelles installations et aux installations existantes, et couramment appliqué dans toutes les installations européennes de fabrication de fils de bobinage.

Aspects économiques : Technique très bon marché.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [12, UBA Germany, 2002] [64, EWWG, 2004]

3.4.3 Procédés traditionnels à base de solvants

3.4.3.1 Application de bains de revêtement traditionnels à base de solvants avec utilisation de filière et circuit de revêtement

Description : L'utilisation de bains de revêtement d'email traditionnels à base de solvants avec utilisation de filière et circuit de revêtement est une procédure couramment utilisée dans l'industrie du fil de bobinage. La quantité de revêtement (ou d'email) est mesurée par des filières pour chaque couche consécutive. Les filières sont nettoyées avec du solvant avant d'être réutilisées.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Applicable aux nouvelles installations et aux installations existantes. Cette technique est couramment appliquée pour la fabrication de fils de bobinage.

Aspects économiques : Il s'agit du moyen le plus rentable d'obtenir une application très précise des couches d'email.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Toutes les installations en Europe.

Littérature de référence : [12, UBA Germany, 2002] [64, EWWG, 2004]

3.4.3.2 Application de revêtements traditionnels à base de solvants avec apport dosé de revêtement et application par coussinet

Description : L'utilisation de revêtements traditionnels à base de solvants avec apport dosé de revêtement et application par coussinet est une procédure couramment utilisée.

La durée de vie des coussinets contaminés par l'email des fils est limitée et ces coussinets ne peuvent être récupérés et sont par conséquent traités comme des déchets dangereux.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Cette technique est couramment appliquée pour la fabrication de fils de bobinage.

Applicabilité : Applicable aux nouvelles installations et aux installations existantes. Il s'agit du système d'application habituellement utilisé pour la fabrication de fils fins.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Toutes les installations en Europe.

Littérature de référence : [12, UBA Germany, 2002] [64, EWWG, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.3.3 Application de lubrifiants traditionnels à base de solvants au moyen de coussinets

Description : L'application d'une couche de lubrifiant de bonne qualité est une exigence des clients et est utilisée depuis de nombreuses années. Certains clients exigent un lubrifiant spécifique ou fournissent eux-mêmes le lubrifiant voulu au fabricant de fils de bobinage. La couche de lubrifiant ne constitue pas une couche protectrice pour le fil de cuivre isolé, mais constitue un outil absolument nécessaire à l'opération de bobinage dans les locaux du client. Une quantité trop importante ou trop faible de lubrifiant rend le fil de bobinage collant et rend impossible un bobinage serré. Par conséquent, la bobine du moteur ou du transformateur n'est pas remplie de cuivre au maximum pour les rendre plus économes en énergie. L'épaisseur de la couche de lubrifiant est quasiment mono-moléculaire et est généralement de 30 à 60 mg/m² pour les fils de taille moyenne ou épais et de 5 à 10 mg/m² pour les fils fins d'un diamètre inférieur à 0,10 mm.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Importantes émissions de COV.

Données d'exploitation : Cette technique permet de fabriquer des moteurs et des transformateurs écoénergétiques. Cependant, cet avantage est atteint en règle générale, mais pas nécessairement dans l'installation où le fil est produit.

Cette technique est couramment appliquée pour la fabrication de fils de bobinage et permet d'obtenir une couche de lubrifiant uniforme et lisse telle que souhaitée.

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée pour la production de fils ronds.

Aspects économiques : Investissement et frais d'exploitation peu importants comparés aux techniques alternatives.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : La quasi-totalité des installations dans le monde.

Littérature de référence : [12, UBA Germany, 2002] [64, EWWG, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.4 Émulsions traditionnelles à base d'eau

Description : Des émulsions à base d'eau sont couramment appliquées pour refroidir les fils et réduire le frottement pendant l'étirage. En fonction de la dimension du fil dans la machine, la teneur en graisses varie entre 0,1 et 20 %. La durée de vie de l'émulsion a doublé au cours des dix dernières années, en filtrant l'émulsion et en récupérant les particules de cuivre.

Avantages pour l'environnement : Le procédé d'étirage ne fait pas intervenir de solvants.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : L'huile minérale n'est pas utilisée comme solvant mais pour produire l'émulsion dans de l'eau désionisée, qui est utilisée en circuit fermé.

Applicabilité : Technique répandue. Applicable aux nouvelles installations et aux installations existantes.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Toutes les installations en Europe.

Littérature de référence : [64, EWWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.5 Remplacement des matériaux traditionnels à base de solvants (substitution)

Ces sections décrivent les alternatives possibles pour les revêtements traditionnels en émail (voir Sections 3.4.3.1 et 3.4.3.2) et les lubrifiants (voir Section 3.4.3.3).

3.4.5.1 Revêtements en émail à haut extrait sec

Description : Au cours des 20 dernières années, la teneur en matière sèche a augmenté de 30 à 45 % d'une manière générale (entraînant une réduction de solvants de 70 à 55 %), et de 20 à 30 % pour les fils de moins de 0,10 mm d'épaisseur, entraînant une réduction de solvant de 80 à 70 % grâce à l'utilisation de coussinets. Des progrès supplémentaires devraient être possibles pour réduire la consommation de solvants coûteux.

Avantages pour l'environnement : Une réduction relativement importante des émissions de solvants.

Effets croisés : Une teneur en matière sèche très élevée nécessite un apport d'énergie supplémentaire important dans le processus de production et, par conséquent, un apport d'énergie plus important pour le chauffage. En outre, la quantité de déchets produits est plus importante.

Données d'exploitation : Une teneur en matière sèche vraiment plus importante tend à amoindrir les niveaux de qualité des couches isolantes ; voir Section 3.4.6.2. Il est également plus difficile d'obtenir la bonne épaisseur pour chaque couche isolante. L'expérience montre une corrélation directe entre la teneur en matière sèche et la quantité de déchets produits. Par conséquent, il a été nécessaire de réduire délibérément la teneur en matière sèche en raison de la quantité de matériau gaspillé.

Applicabilité : Applicable aux nouvelles installations et aux installations existantes.

Aspects économiques : Faible rentabilité. Réduction des coûts pour le solvant utilisé pour l'émail, mais une quantité d'énergie moins importante est récupérée par incinération des solvants dans les gaz résiduels.

Moteurs de la mise en œuvre : Réduction des coûts.

Installations de référence : Toutes les installations qui utilisent des systèmes de revêtement avec une teneur en matière sèche de +/- 30 à 45 %.

Littérature de référence : [64, EWWG, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.5.2 Revêtements en émail à base d'eau

Description : Il y a quelques années, des essais ont été réalisés avec des émaux acryliques. Ils ne satisfaisaient pas à la norme CEI requise et aux exigences toujours plus importantes du client en termes de performance électrique et mécanique. Une petite quantité de solvant (jusqu'à 15 % de substances alcoolisées et amines) est nécessaire pour maintenir la performance de la surface.

Avantages pour l'environnement : Une réduction importante des émissions de solvants.

Effets croisés : Émissions dans l'eau, et une augmentation considérable de l'apport d'énergie nécessaire en raison du séchage, et pas de récupération de l'énergie provenant de l'incinérateur.

Données d'exploitation : Les premières expériences ont montré la nécessité d'un apport plus important de matériau et d'un temps de séchage plus long. En raison des coûts élevés et des aspects technologiques, cette alternative n'est pas encore considérée comme étant adaptée.

Applicabilité : Pas applicable à l'heure actuelle.

Aspects économiques : Faible rentabilité. La modification est une opération coûteuse car tous les tuyaux doivent être remplacés par un matériau en acier inoxydable. La zone de séchage doit également être modifiée (plus longue/plus chaude).

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [64, EWWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.5.3 Revêtements en émail avec durcissement UV

Description : Les revêtements en émail avec durcissement UV pourraient constituer une alternative possible aux revêtements en émail traditionnels à base de solvants.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvants provenant du circuit de revêtement sont réduites à zéro.

Effets croisés : Nécessité de lampes à UV pour le séchage. Forte consommation d'énergie.

Données d'exploitation : Les matériaux existants ne satisferont pas aux spécifications requises. Des problèmes importants sont attendus pour obtenir la bonne épaisseur, et la création de cloques entraînera une mauvaise performance électrique.

En raison du manque de performance, des coûts élevés et des aspects techniques et liés à la sécurité, cette alternative n'est pas encore considérée comme étant adaptée.

Applicabilité : Jusqu'à présent, cette méthode/ce procédé n'a pas été utilisé(e). Il existe actuellement des activités visant au développement de cette méthode, soutenues par l'UE ; les résultats ne sont cependant pas encourageants à l'heure actuelle.

Aspects économiques : Faible rentabilité. La modification est une opération coûteuse. Des coûts de matériaux élevés sont également attendus.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [12, UBA Germany, 2002] [64, EWWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.5.4 Revêtement en émail sans crésol

Description : Les émaux qui contiennent des crésols sont corrosifs et/ou toxiques, comme le PVF (polyformal de vinyle) qui est classé comme produit toxique. Les crésols pourraient être remplacés par du diéthylène glycol ou d'autres composés similaires.

Avantages pour l'environnement :

Effets croisés : Les revêtements en émail sans crésol ne sont pas nécessairement meilleurs pour la santé, étant donné qu'ils peuvent dégager une mauvaise odeur et être également corrosifs et toxiques.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : En raison de la qualité et de la performance électrique trop faibles, il ne s'agit pas encore d'une alternative adaptée.

Aspects économiques : Faible rentabilité. Ce revêtement alternatif, basé sur des solvants sans crésol, est plus coûteux et sa qualité est moins bonne.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [64, EWWG, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.5.5 Revêtements en émail à poudre polyester

Description : Les revêtements à poudre polyester existent, mais ne peuvent être appliqués qu'aux fils de bobinage de classe basse température.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvants provenant des circuits de revêtement sont réduites à zéro.

Effets croisés : Augmentation du risque d'explosion.

Données d'exploitation : En raison du manque de performance (mauvaise résistance thermique, mauvaise adhérence et, par conséquent, propriétés mécaniques et électriques insuffisantes) et des coûts d'investissement élevés, cette alternative n'est pas encore considérée comme étant adaptée.

Lorsque l'on applique cette technique, il n'y a plus de flexibilité au niveau de la production.

Applicabilité : Cette méthode n'est pas appliquée à l'heure actuelle. Des essais ont été réalisés dans les années 80, mais le développement a été arrêté après une explosion.

Aspects économiques : Faible rentabilité. La modification est une opération coûteuse.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [64, EWWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.5.6 Lubrifiants sans solvants

Description : Les lubrifiants sans solvants peuvent être appliqués au moyen de filaments ou de coussinets de lubrification. Deux systèmes alternatifs sont utilisés dans certaines installations : un lubrifiant fondu est appliqué sur la surface du fil par coussinet imbibé de lubrifiant ou en épaississant le fil émaillé fini par l'application d'un filament de lubrifiant qui fond grâce à la chaleur résiduelle du fil. Cette dernière technique consiste à appliquer le lubrifiant en entourant deux à trois fois le filament autour du fil émaillé et en le faisant circuler dans la même direction que le fil, mais à une vitesse moins importante.

Avantages pour l'environnement : On évite les émissions de solvant liées à la lubrification. Pour les fils non fins, le fil peut réduire les émissions de COV à 3 – 4 g/kg de produit.

Effets croisés : Des déchets sont produits à partir du fil usagé, et jusqu'à présent, aucune possibilité de recyclage n'a été trouvée.

Données d'exploitation : Le lubrifiant n'est pas un mode de préservation du fil de bobinage, mais un moyen efficace de garantir la performance du fil qui est requise et approuvée par le client. Les systèmes d'application doivent garantir que la petite quantité de lubrifiant nécessaire est appliquée de manière homogène sur la surface du fil. Pour les valeurs classiques, voir Section 3.4.3.3. Les systèmes d'application de lubrifiants sans solvants ne peuvent s'appliquer aux fils inférieurs à 0,15 mm car le frottement généré entre le fil et le lubrifiant est plus important que d'habitude, d'où un nombre plus important de fils qui cassent. Par conséquent, une quantité plus importante de déchets est produite lors de la fabrication de fils inférieurs à 0,15 mm.

Les exigences de qualité du client par rapport à l'épaisseur et à l'homogénéité de la couche de lubrifiant doivent être prises en compte lors de l'utilisation d'alternatives sans solvants. Les clients précisent généralement le lubrifiant à utiliser. D'un point de vue général, on peut affirmer que les exigences de qualité élevées et les fils fins sont moins appropriés à l'utilisation de lubrifiants sans solvants.

Il est également nécessaire de superviser et de garantir la maintenance du circuit d'application, et le risque de mauvais fonctionnement est plus élevé. Comparées au système traditionnel, ces alternatives ne sont pas assez efficaces ni assez simples pour être fiables.

Applicabilité : Applicable aux nouvelles installations et aux installations existantes. La plupart des installations sont équipées de quelques lignes avec applicateurs de lubrifiants sans solvants (mais seulement quelques-unes ont jusqu'à 20 % de leurs lignes équipées de la sorte). Jusqu'à présent, cette technique n'a été utilisée que pour des clients particuliers. L'utilisation globale de cette méthode n'est pas possible à l'heure actuelle en raison des exigences des clients. Cette technique n'est applicable que pour une gamme de diamètres de fil limitée, à savoir de 0,15 à 1,5 mm (donc impossible pour les fils fins).

Aspects économiques : Le gain économique est que l'on n'utilise pas de solvants. Les systèmes alternatifs avec utilisation d'un fil trempé sont en cours de développement depuis déjà plusieurs années. Ces systèmes nécessitent des coûts d'investissement élevés pour chaque ligne et les frais d'exploitation sont comparables à ceux de la solution de solvant. Si le fil rompt, la quantité de déchets augmente considérablement.

Moteurs de la mise en œuvre : Exigences des clients pour utiliser l'alternative et pour améliorer l'environnement de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [12, UBA Germany, 2002] [64, EWWG, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.6 Remplacement des procédés de revêtements traditionnels à base de solvants (substitution)

Ces sections décrivent les techniques dans lesquelles les circuits traditionnels d'application de l'email sont remplacés par d'autres systèmes (par exemple, utilisation d'un outil de production différent).

3.4.6.1 Revêtements en email par extrusion

Description : Cette technique, permettant de poser une couche isolante très épaisse, est en cours de développement. Elle est exigée pour des applications très particulières. Elle est utilisée pour produire des fils totalement isolés qui présentent, par exemple, une couche isolante très épaisse et permettent d'éviter l'effet de couronne. La chaîne de production est complètement différente, car les matériaux diffèrent beaucoup de ceux utilisés dans les circuits utilisant des solvants. Le produit ressemble davantage à un câble qu'à un fil de bobinage.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvants provenant du circuit de revêtement sont réduites à zéro.

Effets croisés : Davantage d'énergie est nécessaire pour faire fonctionner la presse à filer. Il est impossible de réutiliser ou de recycler le matériau d'isolation, ce qui entraîne une augmentation des déchets.

Données d'exploitation : Le polymère donne du ressort au fil, entraînant des bobinages plus lâches à l'efficacité énergétique moindre.

En raison du manque de performance, des coûts élevés et des aspects techniques et liés à la sécurité, cette alternative n'est pas encore considérée comme étant adaptée.

Applicabilité : Cette technique ne peut pas être utilisée pour les fils inférieurs à 0,15 mm, car ces derniers casseront en raison de la viscosité du polymère fondu. Jusqu'à présent, ce procédé n'a pas été appliqué dans les installations de fabrication de fils de bobinage.

Aspects économiques : Faible rentabilité. Le coût du polymère est quasiment 10 fois supérieur au coût de l'email actuellement utilisé pour le fil.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Quelques installations utilisent cette technique dans le monde, mais il ne s'agit pas d'installations de fabrication de fils de bobinage.

Littérature de référence : [64, EWWG, 2004] [76, TWG, 2004]

3.4.6.2 Revêtements en émail par résine coulée

Description : Un matériau thermodurcissable est appliqué au conducteur en cuivre. Ce substitut est thermoplastique jusqu'à 100 °C, puis la résine est maintenue à l'état liquide à environ 80 °C et peut être appliquée avec des filières sur le conducteur en cuivre.

Des essais ont été réalisés, en particulier pour des diamètres de fils > 0,355 mm, mais tous les fils ne répondaient pas aux exigences actuelles de plus en plus strictes en matière de traitement du fil en ce qui concerne l'adhérence et la flexibilité du fil, les chocs thermiques, l'enfoncement, la résistance thermique, la résistance à l'abrasion et la centricité de la couche isolante. En raison de la teneur en matière sèche de presque 100 % et du nombre inférieur de couches isolantes qui en résultent, il n'est pas possible de procéder à des tolérances inférieures d'épaisseurs de couche de manière précise. Un nombre inférieur de couche et une mauvaise centricité peuvent affecter la résistance diélectrique de la couche isolante.

Avantages pour l'environnement : Étant donné qu'il s'agit d'un procédé n'utilisant quasiment pas de solvant, il est possible de réduire considérablement les émissions de solvants.

Effets croisés : Les résines coulées contiennent tout de même de petites quantités de substances alcoolisées qui dégagent une odeur de combustion liée à l'oxydation et à la fissuration au cours du processus d'émaillage. Un apport d'énergie électrique important est nécessaire pour le durcissement.

Données d'exploitation : L'application de résines coulées nécessite des températures d'environ 80 à 100 °C dans les pompes de circulation de la résine, ce qui pourrait entraîner des problèmes pour les ouvriers se trouvant dans ces zones de travail.

Aucune récupération de l'énergie provenant du four n'est possible en raison de l'absence de solvants.

Applicabilité : Il est impossible de produire la totalité des produits en utilisant des résines coulées. Il n'existe aucune solution de remplacement directe (1 :1) des systèmes d'isolation existants. Des essais ont été réalisés depuis le milieu des années 90, sans succès. Cette technique ne peut pas être utilisée pour les fils inférieurs à 0,15 mm, car ces derniers casseront en raison de la viscosité du polymère fondu. En raison du manque de performance, des coûts élevés et des aspects techniques et liés à la sécurité, cette alternative n'est pas encore considérée comme étant adaptée.

Aspects économiques : Faible rentabilité. Les machines doivent être complètement modifiées par rapport aux machines existantes. De nouveaux matériaux d'isolation doivent être développés, testés par le fabricant de fils de bobinage et approuvés par les clients.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [64, EWWG, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.6.3 Revêtements en émail avec système époxy à deux composants

Description : Le seul revêtement alternatif à deux composants est le système époxy, mais la gamme de température est insuffisante pour de nombreux produits.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvants provenant des circuits de revêtement sont réduites à zéro. Le séchage forcé est redondant.

Effets croisés : Les systèmes époxy à deux composants peuvent entraîner un problème plus important pour la santé et la sécurité des ouvriers.

Données d'exploitation : Ce système d'application de l'émail (outillage de fabrication) est complètement différent. Il s'agit également d'une technique de production délicate, avec un risque important de dommages pour les machines.

Applicabilité : Cette technique n'est pas utilisée à l'heure actuelle car, en raison du manque de performance et des coûts élevés, cette alternative n'est pas encore considérée comme étant adaptée. Elle

n'est également applicable qu'à une partie réduite de la gamme de produits (classe de température) en raison de la rigidité trop importante du produit.

Aspects économiques : Faible rentabilité. La modification est une opération coûteuse, car cette technique nécessite des machines complètement différentes.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune.

Littérature de référence : [64, EWWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.6.4 Revêtements en émail par électrodéposition

Description : Le matériau de revêtement par électrodéposition diffère des matériaux utilisés à l'heure actuelle et nécessite l'utilisation de machines différentes pour la production. L'indice thermique des couches isolantes est limité à 130 °C, alors que bien plus de 50 % des applications sur les fils nécessitent une résistance thermique allant jusqu'à 200 °C.

Avantages pour l'environnement : Réduction importante des émissions de solvants.

Effets croisés : Forte consommation d'énergie.

Données d'exploitation : Avec l'application d'émaux à base d'eau, l'épaisseur du revêtement est auto-restrictive et ne satisfait pas aux demandes de plus en plus importantes des clients relatives au traitement des fils. En outre, il est impossible d'appliquer un nombre élevé de couches.

Les expériences ont mis en avant une mauvaise adhérence au fil de cuivre, de mauvaises propriétés mécaniques et de mauvaises propriétés de surface, tout ceci entraînant une performance électrique inadéquate. En raison du manque de performance, des coûts élevés et des aspects techniques et liés à la sécurité, cette alternative n'est pas encore considérée comme étant adaptée.

Applicabilité : Cette technique n'est utilisée que pour les revêtements très fins.

Aspects économiques : Faible rentabilité. L'introduction d'un tel circuit d'application nécessitera des frais d'investissement élevés et la vitesse de production est de plus très faible pour ce procédé d'exploitation continu.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [12, UBA Germany, 2002] [64, EWWG, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.6.5 Revêtements auto-lubrifiants

Description : La couche externe du système de revêtement contient également un lubrifiant (une cire spéciale).

Avantages pour l'environnement : On évite les émissions de solvants liées à une étape de lubrification séparée.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les expériences mineures en cours montrent que ce revêtement auto-lubrifiant nécessite l'application d'une couche supplémentaire de lubrifiant différent pour éviter le frottement au cours des opérations de bobinage.

Applicabilité : Jusqu'à présent, cette technique n'a été utilisée que pour des clients particuliers et est en cours de développement dans d'autres endroits. La généralisation de cette méthode n'est pas possible à l'heure actuelle en raison des exigences des clients. Pour les fils fins, le coefficient de frottement que l'on

peut atteindre est moins bon que celui obtenu avec les systèmes à base de solvants. Cette technique pourrait constituer une solution aux problèmes d'émissions de solvants dans les cinq prochaines années. Il est cependant impossible d'appliquer cette alternative à la fabrication de fils plats.

Aspects économiques : Il est probable que l'impact soit nul, étant donné que le coût de l'émail est plus élevé, mais que celui du lubrifiant à base de solvants est éliminé.

Moteurs de la mise en œuvre : Respect de la DES.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [12, UBA Germany, 2002] [64, EWWG, 2004] [76, TWG, 2004]

3.4.7 Traitement des gaz résiduels

3.4.7.1 Gaz résiduels provenant de l'émaillage

Description : L'air utilisé pour le séchage (c'est-à-dire le processus d'évaporation ou de durcissement) du revêtement en émail du fil est extrait (voir Section 20.11.2) et est envoyé vers un oxydant catalytique (voir Section 20.11.4.6). L'air chaud traité est renvoyé dans le four d'émaillage. La destruction du solvant fournit environ 50 % de l'énergie nécessaire au procédé d'émaillage. Une certaine proportion de cet air épuré est continuellement ventilée dans l'air.

La température de combustion varie généralement entre 500 et 750 °C.

Il est possible d'économiser davantage d'énergie si l'air chaud extrait est utilisé par les régénérateurs de chaleur pour chauffer :

- * l'air ambiant chargé qui arrive à l'entrée du four de cuisson
- * le recuseur de fil nu
- * le générateur de vapeur.

Les gaz résiduels provenant de la technique de réduction utilisée avec des fours d'émaillage pour réduire les COV peuvent contenir des quantités élevées de NO_x (voir Section 3.3.3.1). Cependant, aucune technique de réduction n'est appliquée, car celles-ci ne sont pas considérées comme étant viables d'un point de vue technique ou économique dans le secteur à l'heure actuelle.

Avantages pour l'environnement : L'oxydant catalytique permet un retrait à hauteur de 97 %. Habituellement, les niveaux d'émissions obtenus au cours de la production de fils de bobinage s'élèvent en moyenne à 5 g de COV/kg de produit pour les fils d'un diamètre inférieur à 0,10 mm, et à 10 g de COV/kg de produit pour les fils d'un diamètre supérieur ou égal à 0,10 mm. La destruction du solvant fournit environ 50 % de l'énergie nécessaire. La consommation d'énergie est également réduite car la quantité d'air frais devant être chauffée est moindre.

Effets croisés : Émissions de NO_x, CO et CO₂.

Données d'exploitation : La réduction du flux de rejets gazeux est limitée par la nécessité d'éviter les émissions diffuses provenant de chacune des extrémités ouvertes des fours d'émaillage et de prévenir le risque d'incendies et d'explosions. Un niveau de sécurité raisonnable est garanti si l'air contaminé contient une quantité suffisante d'air propre ou circulé pour éviter d'atteindre la LIE.

Applicabilité : Applicable aux nouvelles installations et aux installations existantes. Cette technique est couramment appliquée comme partie intégrante du four. Il est impossible de remplacer individuellement les parties des machines, et par conséquent, la modification du four est impossible.

Aspects économiques : Le traitement continu par catalyseur de l'air industriel circulant dans les fours de cuisson permet d'économiser de l'énergie électrique (environ 50 %) par oxydation du solvant.

Moteurs de la mise en œuvre : Économie d'énergie, réduction des odeurs des gaz résiduels et des émissions de COV.

Installations de référence : Toutes les installations.

Littérature de référence : [12, UBA Germany, 2002] [64, EWWG, 2004] [65, UKDEFRA, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

3.4.7.2 Lubrification

Description : Les émissions diffuses générées par la lubrification constituent une source importante d'émissions de COV dans l'industrie de la fabrication des fils de bobinage. Néanmoins, l'extraction et le traitement de ces émissions ne sont pas envisageables d'un point de vue technique ou économique (voir Données d'exploitation et Aspects économiques ci-dessous). Pour réduire ces émissions diffuses, un nombre important de lignes ont été modifiées au cours des 10 – 15 dernières années afin de remplacer les lubrifiants traditionnels à base de solvants par des lubrifiants sans solvants (voir Section 3.4.5.6).

Avantages pour l'environnement : Réduction des COV lorsque les lubrifiants sans solvants ont remplacé les produits contenant des solvants.

Effets croisés : Émissions continues de COV dans les systèmes traditionnels.

Données d'exploitation : Pour sécher le fil à l'air ambiant, il doit circuler horizontalement sur plusieurs mètres. Il s'agit d'une zone importante pour appliquer un système d'extraction. Le processus de séchage du lubrifiant ne doit pas se faire par passage dans le four d'émaillage, étant donné que la teneur en cire du lubrifiant brûlerait en raison des températures élevées. Il est également impossible de guider directement les gaz résiduels dans le four d'émaillage qui fonctionne avec un circuit d'air chaud quasiment fermé en raison de la quantité considérable d'air frais. La disposition du four devrait être totalement modifiée (nouvelles machines) pour faire face à ce volume d'air et ne réduirait qu'une quantité limitée d'émissions diffuses. Par exemple, réduction de seulement 60 % des émissions diffuses en ventilant des centaines de m³/h avec des concentrations de COV relativement faibles (50 à 100 ppm).

Applicabilité : L'extraction des solvants du processus de lubrification n'est pas une technique couramment utilisée. Elle a été testée en Suède et en Italie et les résultats se sont avérés peu concluants.

Aspects économiques : L'extraction des émissions diffuses du système de lubrification est un procédé très coûteux lorsque les fours doivent être modifiés, et l'utilisation d'une infrastructure centrale de traitement pour extraire ou incinérer les solvants est très coûteuse. Les rapports récents sur la mise en place d'un circuit d'incinération thermique et de tuyauterie font mention de frais d'installation s'élevant entre 300 000 et 350 000 EUR pour l'installation complète, et de frais d'exploitation compris entre 40 000 et 50 000 EUR par an.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [64, EWWG, 2004] [66, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

4 FABRICATION DES ABRASIFS

[12, UBA Germany, 2002, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

4.1 Généralités sur l'industrie des abrasifs

4.1.1 Champs d'application

Le meulage est l'un des procédés de production les plus anciens. L'une des caractéristiques principales du meulage est l'effet des nombreux matériaux de coupe non orientés dans la pièce à traiter. Les matériaux abrasifs contemporains sont le corindon synthétique ou le carbure de silicium, souvent le nitrure de bore cubique (CBN) ou le diamant.

Une grande diversité de matériaux de pièces de fabrication peut être traitée, comme les métaux ferreux et non ferreux, le verre, les céramiques, la pierre naturelle, le béton, les plastiques et le bois. Le champ d'application du meulage est vaste et comprend des activités telles que le meulage de dégrossissage de la fonte ou le meulage de grande précision des aiguilles creuses à usage médical. Le fini et la surface d'excellente qualité d'un grand nombre de produits utilisés pour la fabrication d'outils, la construction de véhicules, les avions, les centrales électriques ou le mobilier sont obtenus par meulage.

4.1.2 Production et ventes

En Allemagne, plus de 100 entreprises fabriquent actuellement toutes sortes d'abrasifs. Environ 70 de ces entreprises sont représentées par l'association des fabricants allemands d'abrasifs (VDS – *Verband Deutscher Schleifmittelwerke*).

Selon les données de la VDS, l'industrie des abrasifs allemande joue un rôle prépondérant en Europe. Le Tableau 4.1 présente un bref aperçu de son importance économique.

	Millions EUR
Production d'abrasifs liés	~ 305
Importations	~ 82
Exportations	~ 170
Production d'abrasifs enrobés	~ 385
Importations	~ 205
Exportations	~ 310

Tableau 4.1 : Production d'abrasifs en 1999 en Allemagne [12, UBA Germany, 2002]

4.1.3 Caractérisation du produit « abrasif » et exigences en matière de qualité

D'une manière générale, les abrasifs peuvent être répartis en deux groupes principaux : les abrasifs liés « meules de travail » et les abrasifs enrobés « papier et tissus abrasifs ». Il existe également des abrasifs libres, qui ne sont pas solidement liés à un support (par exemple les pâtes à polir).

La Figure 4.1 donne une présentation simplifiée du développement et de l'utilisation des différents types d'abrasifs.

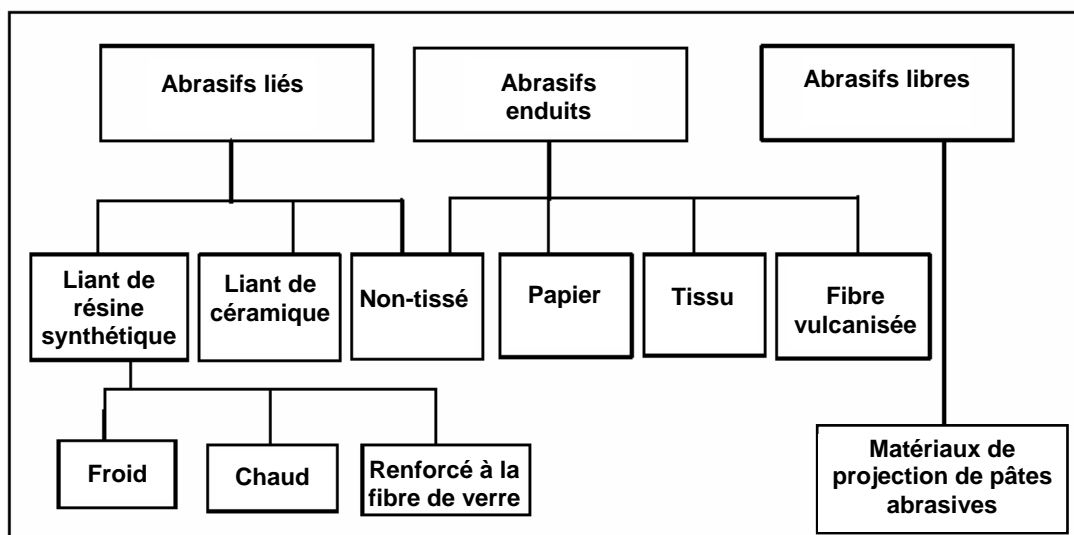


Figure 4.1 : Présentation des différents types d'abrasifs [12, UBA Germany, 2002]

Des solvants organiques sont partiellement utilisés dans la fabrication d'abrasifs liés ou libres. On peut assumer que les installations allemandes ne représentent pas une activité au sens du point 6.7 de l'Annexe I de la Directive IPPC. Par conséquent, les procédés de production liés à ces activités ne sont pas mentionnés dans les paragraphes suivants.

L'activité de fabrication d'abrasifs enrobés peut être soumise à la Directive IPPC en raison de l'utilisation de quantités considérables de solvants organiques et des seuils indiqués dans la Directive. Les abrasifs enrobés sont un matériau de base pour un grand nombre de machines à meuler, avec des éléments comme des lames, des barres, des disques de papier abrasif ou qui sont assemblés à partir de ces éléments (par exemple des cales lamellées, des meules dotées d'un ventilateur, des courroies). En fonction de l'objet de l'utilisation et du matériau de base, il est possible de différencier un grand nombre de systèmes d'agglomération.

Les abrasifs non tissés occupent une place particulière entre les abrasifs enrobés et les abrasifs liés, car ils peuvent être utilisés à la fois comme corps abrasif et comme élément abrasif. Ils sont constitués de fibres polyamides, sur lesquelles le matériau de meulage est par exemple fixé au moyen d'un matériau liant. Les procédés de production sont comparables à la production d'abrasifs enrobés.

Les abrasifs enrobés se composent de :

- * un support, par exemple du papier, du tissu fini, de la fibre vulcanisée, un film
- * un matériau liant, par exemple des systèmes de colle, de la résine phénolique, de la résine époxy, du polyuréthane, de la résine urée
- * un grain abrasif, par exemple du silex, du carbure de silicium, du corindon, du zircon et, plus rarement, du diamant et du CBN.

4.1.3.1 Support

Le terme « abrasif enrobé » fait référence à l'importance du support. En fonction de l'objet de l'utilisation et de la déformation d'un abrasif flexible, le support doit présenter des propriétés spécifiques. Pour un meulage ou un ponçage manuel, une flexibilité particulière et une résistance élevée au flambage sont requises. Pour un meulage à haut rendement avec des bandes abrasives, des disques abrasifs et des manchons cylindriques, d'excellentes propriétés mécaniques, comme la résistance à l'affaissement, la ténacité, la résistance à l'abrasion ou aux contraintes alternées, sont nécessaires.

Pour satisfaire à toutes ces exigences, les groupes de matériaux de support suivants sont tout particulièrement utilisés :

- * papier
- * tissu
- * combinaison papier/tissu
- * fibre vulcanisée.

Le Tableau 4.2 donne un exemple de classification des matériaux de support utilisés :

	Classe de poids correspondante (g/m ²)
Papier A	≤85
Papier B	86 – 110
Papier C	111 – 135
Papier D	136 – 220
Papier E	221 – 270
Papier F	271 – 350
Papier G	351 – 500
Papier H	> 500
Papier A résistant à l'eau	≤115
Papier C résistant à l'eau	> 115
Coton lourd/Poids X	370 – 400
Coton flexible/Tissu J	270 – 290
Coton très flexible/Tissu flexible J	200 – 220
Polyester lourd/Tissu X	475 – 505
Polyester très lourd/Tissu Y	630 – 665

Tableau 4.2 : Matériaux de support sélectionnés pour les abrasifs enrobés
[12, UBA Germany, 2002]

Papier

Les papiers utilisés dans la production d'abrasifs enrobés sont composés de fibres extrêmement solides et tenaces. Il existe des procédés de qualités, poids, tailles et largeurs différents selon la raison de leur utilisation. On peut distinguer les types suivants :

- * flexible
- * papier monocouche avec une résistance à la traction homogène quelle que soit la direction de la sollicitation
- * papier lourd multicouches, fabriqué sur forme ronde, présentant une stabilité particulièrement élevée quelle que soit la direction du laminage (sens machine).

Tous les types de supports (A à F dans le Tableau 4.2) sont ajustés pour le meulage à sec. Les papiers A et C présentant des propriétés de résistance à l'eau (latex ou vernis) sont adaptés au meulage par voie humide.

Les abrasifs sur les papiers A, B et C sont utilisés dans le meulage manuel et pour les machines de meulage manuelles (par exemple une tige). Les papiers D et E sont nécessaires comme supports pour les machines de meulage stationnaires/fixes pour les exigences les plus élevées.

Support en textile

Le support en textile est utilisé pour les abrasifs enrobés qui sont traités en bandes larges ou utilisés dans le meulage à la bande, la rectification plane et la rectification en plongée. Ils sont composés de tissu en raison de la sollicitation importante à laquelle ils sont exposés. Les tissus que l'on qualifie de « techniques » se composent de coton brut (tissé ou lié par couture). On peut les classer en tissus X lourds et tissus J légers. Cette différenciation existe en raison de la couche de fil qui signifie le nombre de fibres utilisées comme chaîne et trame. Le tissu X lourd présente un nombre de fils comparativement peu élevé par rapport au tissu J léger.

Avant d'être traité au moyen de grains abrasifs, le tissu doit être soumis à un traitement spécial. Le tissu brut est tout d'abord réduit et teint, puis rétrécit à sa densité finale. Le tissu est fini sur son côté de poussée avec des adhésifs, des résines synthétiques/des plastiques ou des substances similaires, puis il est aplati.

Fibre vulcanisée

Un grand nombre de procédés industriels de fabrication nécessite des abrasifs à haut rendement spécifique avec une résistance élevée à l'usure. Dans ce cas, le matériau de support utilisé est la fibre vulcanisée. La fibre vulcanisée est une fibre très dure à plusieurs couches. Au cours de sa fabrication, un nombre important de bobines de papier continues de type non-tissé sont liées en les aplatissant avec un adhésif de contact. La fibre vulcanisée peut être fabriquée dans toutes les épaisseurs. Dans l'industrie des abrasifs, les épaisseurs de fibre vulcanisée de 0,8, 0,6 et 0,4 mm sont les plus importantes. Le matériau le

plus épais est utilisé pour une résistance élevée à l'usure et le matériau le plus fin pour une flexibilité plus importante. Les abrasifs appliqués mécaniquement au support en fibre vulcanisée présentent une résistance à la sollicitation extrêmement importante. Ils sont appliqués dans la quasi-totalité des branches industrielles, comme l'ingénierie automobile, des machines, navale ou des appareils.

4.1.3.2 Matériaux liants

L'efficacité des abrasifs enrobés dépend en grande partie du liant (adhérence du grain) du grain abrasif. Par conséquent, les matériaux liants jouent un rôle important. Afin d'obtenir une bonne adhérence du grain et d'autres propriétés requises, les matériaux liants sont appliqués successivement en plusieurs couches.

Les matériaux liants suivants sont les plus importants :

- * colle de peau
- * résine synthétique
- * vernis.

En fonction des agents liants utilisés, on distingue les types de systèmes d'agglomération suivants :

- * joint de colle (sans solvants). Le liant se compose de colle de peau et du support en papier ou en tissu. Ces abrasifs enrobés sont utilisés pour des efforts tranchants inférieurs ou si l'utilisation durable du matériau n'est pas importante (par exemple pour le traitement de matériaux lubrifiants)
- * joint de résine partiellement synthétique (résine sur colle, sans solvants). Le système d'agglomération abrasif se compose d'un encollage de colle de peau et d'un rencollage de résine synthétique. Les papiers ou les tissus synthétiques peuvent être utilisés de manière universelle, en particulier pour les opérations de meulage moyen. En raison de l'encollage élastique de la colle de peau et du rencollage résistant des résines synthétiques, les qualités sont parfaitement adaptées au surfacage des pièces à traiter formées
- * liant en résine synthétique (sans solvants lorsque cela est possible). Les abrasifs utilisés pour une capacité élevée d'élimination de matières sont liés par des résines synthétiques. Les grains abrasifs se lient de façon exceptionnelle pour se fixer au support grâce au liant en résine comparativement résistant. Ils sont résistants à des forces de coupe très élevées. Des taux de rendement élevés peuvent être obtenus
- * liants en vernis, imperméables à l'eau (à base de solvants). Un grand nombre de pièces de fabrication et de méthodes d'application spécifiques nécessitent des agents de refroidissement ou de rinçage à base d'eau. Par conséquent, les méthodes mentionnées ci-dessus ne peuvent être utilisées car le matériau liant ou la finition sont dissous par l'agent de refroidissement. Dans ces cas précis, des qualités de tissu totalement imperméables à l'eau sont exigées. Des résines synthétiques particulières sont utilisées comme matériaux liants. De tels abrasifs imperméables à l'eau sont appliqués pour le meulage à sec de l'acier, du verre, des céramiques, de la pierre naturelle ou artificielle et des plastiques. Par exemple, lors du meulage des couches primaires, des couches de remplissage et des couches transparentes ou pigmentées, des résidus de meulage colmatants ou sous forme de poussières sont souvent produits. Ceux-ci chargent ou lustrant l'abrasif. Par conséquent, il est nécessaire de travailler avec des papiers abrasifs imperméables à l'eau pour le meulage par voie humide. Ces papiers disposent d'un support en papier flexible, qui est imprégné de latex ou de laque pour les rendre résistants à l'eau. L'encollage et le rencollage se composent de résines et de laques spécifiques. Les papiers abrasifs imperméables à l'eau sont non seulement résistants à l'eau mais aussi à l'encrassement et au lustrage.

4.1.3.3 Grain abrasif

Oxyde d'aluminium

Le Tableau 4.3 présente les valeurs classiques de l'oxyde d'aluminium appliqué en tant que grain abrasif inerte.

	Corindon (%)	Oxyde d'aluminium semi-spécial fusionné (%)	Oxyde d'aluminium spécial fusionné rose (%)	Oxyde d'aluminium spécial fusionné rouge (%)	Oxyde d'aluminium spécial fusionné blanc (%)	Corindon céramique	Corindon zircon (%)
Al ₂ O ₃	95,83	97,69	99,52	97,50	99,50	99,6	60,0
ZrO ₂	-	-	-	-	-	-	39,0
SiO ₂	0,60	0,38	-	0,02	0,05	0,07	0,30
TiO ₂	3,12	1,45	-	-	0,02	0,2	0,25
Fe ₂ O ₃	0,10	0,15	0,05	0,05	0,05	0,02	0,25
Na ₂ O	-	-	0,18	0,3	0,30	0,01	0,03
CaO	0,05	0,03	-	-	0,05	0,01	0,09
MgO	0,20	0,15	-	-	0,01	0,015	0,02
CrO ₂			0,25	2,0			
Autres	0,10	0,15	-	0,13	0,02	0,075	0,06
Couleur	Marron foncé	Marron clair	Rose	Rouge rubis	Blanc	Blanc	Gris clair

Tableau 4.3 : Oxyde d'aluminium appliqué en tant que grain abrasif inerte (valeurs classiques)
[12, UBA Germany, 2002]

Carbure de silicium

Le Tableau 4.4 présente les valeurs classiques du carbure de silicium appliqué en tant que grain abrasif.

	SiC noir (%)	SiC vert (%)
SiC	98,26	99,66
Carbone libre (C)	0,19	0,29
Fe	0,10	0,02
Si	0,19	0,03
Autres	1,26	-

Tableau 4.4 : Carbure de silicium appliqué en tant que grain abrasif (valeurs classiques)
[12, UBA Germany, 2002]

Le Tableau 4.5 présente l'utilisation de solvants correspondant aux différents produits.

Base	Produit	Partie formée	Application	Systèmes de matériaux liants	Solvants
Papier A	Papier de ponçage à sec	Feuilles, rouleaux	Meulage de laque et de bois (peinture)	Colle de peau, liant en résine synthétique	Non
Papier B	Papier de ponçage à sec	Feuilles, rouleaux	Meulage de laque et de bois (peinture)	Colle de peau, liant en résine synthétique	Non
Papier C	Papier de ponçage à sec	Feuilles, rouleaux, bandes	Meulage de laque, de bois et de métal (machine)	Liant en résine synthétique partiel ou complet	Non
Papier D	Papier de ponçage à sec	Feuilles, rouleaux, bandes	Meulage de laque, de bois et de métal (machine)	Liant en résine synthétique partiel ou complet	Non
Papier E	Papier de ponçage à sec	Feuilles, rouleaux, bandes	Meulage de laque, de bois et de métal (machine)	Liant en résine synthétique partiel ou complet	Non
Papier F	Papier de ponçage à sec	Feuilles, rouleaux, bandes	Meulage de laque, de bois et de métal (machine)	Liant en résine synthétique partiel ou complet	Non
Papier A imperméable à l'eau	Papier de ponçage à l'eau	Feuilles	Meulage commun de la laque (manuel)	Liant en résine synthétique	Oui
Papier C imperméable à l'eau	Papier de ponçage à l'eau	Feuilles, bandes	Meulage commun de la laque (manuel) Meulage à la machine	Liant en résine synthétique	Oui
Coton tissu X	Meulage à sec ; meulage par voie humide	Feuilles, rouleaux, bandes	Meulage de métal, de verre, de bois (machine)	Liant en résine synthétique	Partiellement
Coton tissu J	Meulage à sec	Feuilles, rouleaux, bandes	Meulage de métal, de verre, de bois (machine)	Liant en résine synthétique	Partiellement
Tissu flexible J	Meulage à sec	Feuilles, rouleaux, bandes	Meulage de métal, de verre, de bois (machine)	Liant en résine synthétique	Partiellement
Polyester tissu X	Meulage à sec ; meulage par voie humide	Feuilles, rouleaux, bandes	Meulage de métal, de verre, de bois (machine)	Liant en résine synthétique	Partiellement
Polyester tissu Y	Meulage à sec ; meulage par voie humide	Feuilles, rouleaux, bandes	Meulage de métal, de verre, de bois (machine)	Liant en résine synthétique	Partiellement

Tableau 4.5 : Utilisation de solvants dans la fabrication attribuée aux produits
[12, UBA Germany, 2002]

4.1.4 Exigences en matière de qualité

Le critère de qualité le plus important est la conservation de la taille de grain normalisée. La robustesse, la dureté, la faible teneur en poussières, l'absence de quartz ou de parties fibreuses et la structure du grain sont également des critères importants. Les exigences des clients en matière de qualité sont les suivantes :

- * gamme de flexibilité
- * propriétés non allergènes pour le meulage manuel par voie humide
- * quantité de grains appliqués à l'abrasif pour les grains très fins.

En raison de ces exigences, l'utilisation de solvants organiques est actuellement nécessaire dans le cas des abrasifs pour le meulage par voie humide.

4.2 Procédés et techniques appliqués pour la fabrication des abrasifs

4.2.1 Présentation du procédé

Les abrasifs enrobés sont produits de la manière suivante :

- * revêtement d'un support avec des matériaux liants
- * revêtement électrostatique ou mécanique en grains comme spécifié dans la Section 4.1.3
- * pré-séchage
- * revêtement répété avec des matériaux liants
- * séchage.

Les différences de procédures sont dues au type de séchoirs (sécheur à feston ou sécheur sans étirage), à la procédure d'application et au traitement des gaz résiduels (traitement biologique, combustion thermique ou sans traitement).

Les revêtements à base de solvants sont plus fréquemment utilisés dans la production des rouleaux géants aux produits autoadhésifs ou aux bandes abrasives sans fin.

Les abrasifs enrobés qui présentent une qualité constante sont fabriqués dans des installations de production présentant des niveaux de production élevés. De telles installations se composent habituellement des unités suivantes :

- * unité de couche de fond (machine de fabrication)
- * pré-sécheur
- * unité de rencollage (encolleuse)
- * sécheur
- * bobinoire.

Dans la première étape, le verso du support est imprimé dans ce que l'on appelle la « machine de fabrication » avec les informations requises (par exemple la marque et les labels de qualité). Après quoi le rencollage est appliqué au recto du support. Il est ensuite enduit de grains abrasifs. Dans la seconde partie de l'installation (pré-sécheur), de l'air chaud sèche et durcit le rencollage. Dans la troisième unité de production (encolleuse), le support qui est maintenant enduit de grains abrasifs est garni d'un rencollage. Dans la quatrième unité se trouve le sécheur chauffé à l'air chaud et le matériau abrasif fini y circule pendant une durée spécifique. Après cette procédure, le matériau sec et durci quitte l'installation et est enroulé sous forme de rouleaux de grande taille (bobines géantes).

Une multitude d'unités de mesure électroniques et thermiques contrôlent l'ensemble du processus et garantissent le respect des limites de tolérance spécifiques, notamment le revêtement en grains du support.

4.2.2 Étapes détaillées du procédé

La Figure 4.2 présente une vue d'ensemble d'une installation classique.

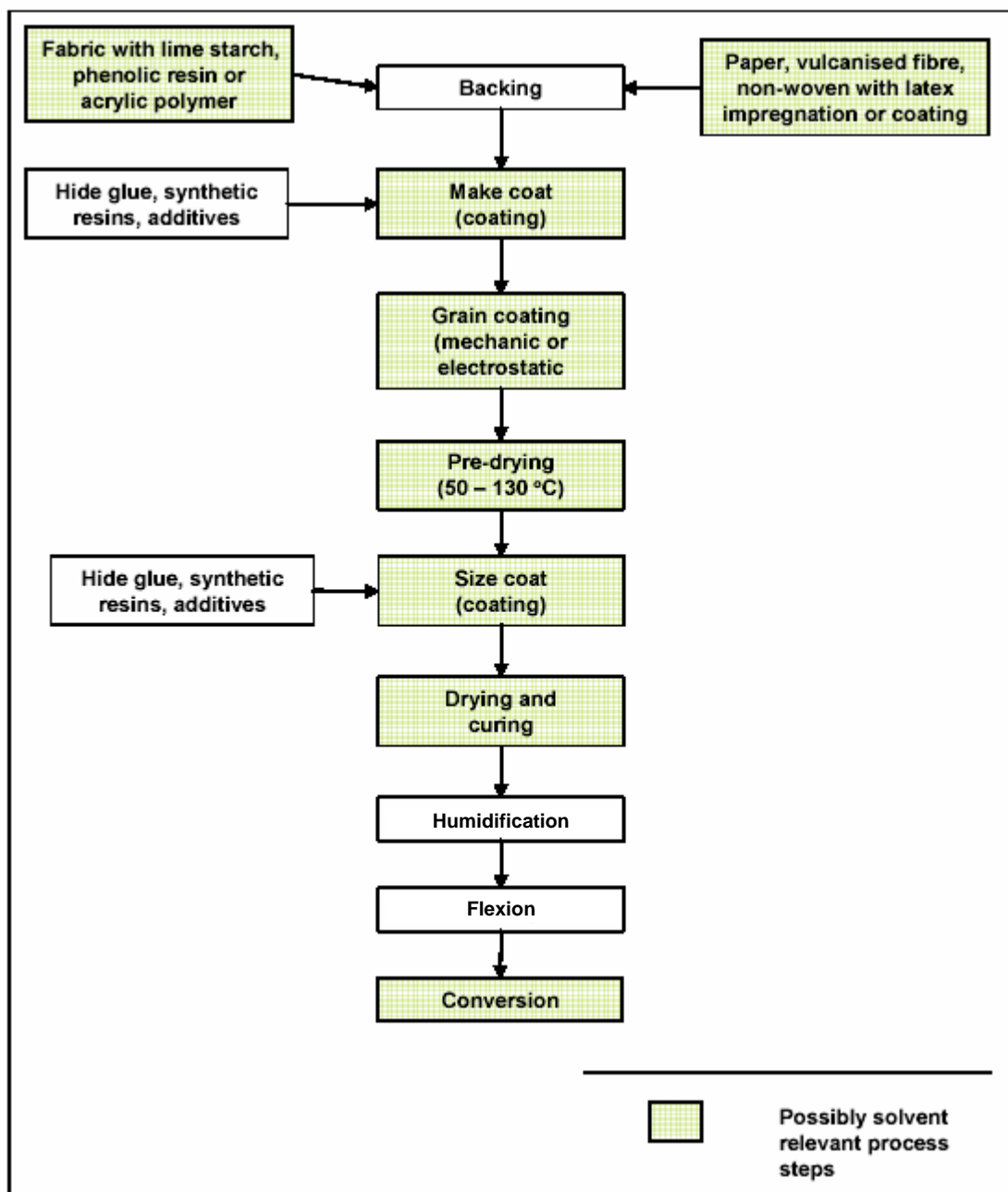


Figure 4.2 : Schéma de procédé des abrasifs enrobés
[12, UBA Germany, 2002]

4.2.2.1 Prétraitement des supports

Le prétraitement est une étape facultative dans une installation de production d'abrasifs.

Papier

Le prétraitement varie en fonction de l'application ultérieure du papier. Par exemple, le support pour des papiers abrasifs imperméables à l'eau est imprégné de résines alkydes à longue chaîne. La dispersion du latex, parfois combinée à des résines phénoliques diluables à l'eau (pour une meilleure résistance à la chaleur), peut constituer une alternative sans solvants.

Tissus

Les tissus suivants sont utilisés comme supports :

- * le coton
- * les matières synthétiques
- * les mélanges (coton et matières synthétiques).

Pour le tissu, la modification du matériau liant dépend de la flexibilité demandée (mécanique) du produit. Les résines phénoliques, le caoutchouc (caoutchouc naturel) ou les dispersions de matières synthétiques sont des matériaux couramment utilisés à cet effet.

Fibre vulcanisée

Généralement, la fibre vulcanisée n'est pas prétraitée.

4.2.2.2 Revêtement du support avec des matériaux liants

Les supports sont enduits de matériau liant dans un enduiseur, par exemple au moyen d'un rouleau applicateur (application de l'encollage).

En fonction du profil d'application de l'abrasif, il existe différents types de matériaux liants. Outre les produits naturels comme la colle de peau et l'amidon ou les résines (par exemple les résines époxy, urée, alkyde et polyuréthane), des résines phénoliques sont essentiellement appliquées. Les avantages des résines phénoliques par rapport aux autres matériaux liants sont une meilleure adhérence, une sensibilité moindre à l'humidité et une résistance thermique plus élevée. Les résines phénoliques aqueuses sont souvent préférées aux produits légèrement plus flexibles contenant des solvants en raison de leur manipulation plus aisée.

Le procédé de séchage et de durcissement est réalisé dans le pré-sécheur à feston. Le matériau de support passe en grandes boucles sur des bâtons dans les diverses zones de température du sécheur ou du durcisseur, qui est chauffé avec de l'air chaud en circulation. Ainsi, une durée de séjour particulière correspondant au matériau liant est garantie.

Si nécessaire, la bobine est étirée à la sortie du sécheur. Pour l'immersion finale et la fixation (rencollage), plusieurs couches de liage peuvent être appliquées.

Le dernier durcissement des résines phénoliques est réalisé à des températures situées entre 100 et 140 °C, en fonction du liant et du grain abrasif. Cette procédure se déroule dans un canal de séchage (comme pour le pré-séchage) ou après le bobinage dans le four de durcissement.

4.2.2.3 Revêtement du support avec des grains

Revêtement électrostatique en grains

Le support passe dans un champ électrostatique. Le côté avec l'encollage est positionné vers le bas. En même temps, le grain abrasif passe sur une courroie de convoyage sous le support enduit, sur une certaine distance. Lorsque le grain abrasif pénètre dans le champ électrostatique, il est chargé et donc attiré par le support situé au-dessus. Il atteint le support enduit et s'infiltre dans l'encollage. Au cours de ce procédé, les extrémités pointues des grains sont orientées verticalement par rapport au support. Cela confère des caractéristiques de découpage exceptionnelles à l'abrasif.

Revêtement mécanique en grains

Avant le revêtement électrostatique en grains, les abrasifs enrobés étaient enduits de revêtement en grains, dit « par gravité ». Cette procédure est toujours utilisée dans certains domaines. Le grain abrasif tombe d'une trémie et chute librement sur le support enduit de l'encollage. La majeure partie des grains s'accroche à la couche de liage. Les excédents de grains tombent dans un entonnoir-collecteur lorsque la direction de la bobine de support est modifiée. À partir de là, les grains abrasifs peuvent être recyclés et réutilisés.

Autres revêtements

Pour des applications spéciales dans lesquelles des grains de petite dimension sont nécessaires, les abrasifs sont enduits au moyen d'une troisième procédure – le procédé d'élutriation. Le grain, la poudre polisseuse ou le matériau de remplissage est directement ajouté au matériau liant. Dans une encolleuse, la masse bien mélangée passe sur des rouleaux en marche inversée et est appliquée sur le matériau de support. L'application d'un encollage n'est dans ce cas pas nécessaire.

4.2.2.4 Flexion

Après le bobinoir, les rouleaux (géants) de tissu, de papier ou de fibres abrasifs doivent encore être traités pour garantir la qualité des produits en fonction de leur utilisation ultérieure. À cette fin, le revêtement rigide avec les grains et les matériaux liants sont rendus flexibles après durcissement et conditionnement. En fonction du type d'abrasif utilisé, il existe plusieurs méthodes de flexion. Elles peuvent être différenciées entre la flexion à 90° et la flexion croisée. Pour la flexion à 90°, le côté non parsemé d'abrasif est étiré sur un rouleau de flexion.

Le degré de flexion dépend du rayon du rouleau de flexion. La flexion est réalisée selon l'objectif et les propriétés spécifiques de chaque abrasif. Lorsque la couche de matériau liant et le grain abrasif sont brisés en raison d'une flexion très importante, cela entraîne une réduction de la capacité abrasive du produit.

4.2.3 Composants des installations et différenciation requise

Les procédés décrits sont généralement employés dans des installations disposant des composants énumérés dans le Tableau 4.6 :

Dévidage	Des râteliers dévideurs d'une largeur de travail de 900 à 1 650 mm et d'une vitesse de 10 à 50 m/min sont utilisés
Impression	Deux à trois rouleaux d'impression sont généralement utilisés
Revêtement au rouleau (alternative : pulvérisation)	Réalisé au moyen de deux rouleaux d'impression avec une poche réservoir ou alternativement par pulvérisation au jet
Champ de revêtement en grains (électrostatique ou mécanique)	Utilisation d'un champ de revêtement en grains avec un condensateur à plaque (tension de 30 kV ou plus) ou d'une trémie de revêtement en grains (vanne de trémie sur le support)
Sécheur (sécheur en boucle ou sécheur sans étirage)	Température de 35 à 110 °C (dans les sécheurs en boucle, la bobine enduite traverse le sécheur en boucles ; dans les sécheurs sans étirage, la bobine est transportée à plat, sans contact, à travers le sécheur)
Mouillage	Habituellement à la fin du sécheur, dans une zone à vapeur
Bobinage	Réalisé dans un enrouleur en fonctionnement
Séchage final	Utilisation d'un sécheur de petite taille, ayant habituellement la capacité d'un seul rouleau géant
Traitement de l'air évacué	Application de séparateurs de poussière et d'une post-combustion thermique ou régénérative à 700 °C (ou plus) avec ou sans récupération d'énergie (en fonction des circonstances spécifiques du site et de la demande en énergie ou en chaleur)
Traitement de l'eau	Station d'épuration biologique de l'eau ou bioréacteur
Flexion	Machines de flexion consistant en un dévidoir, des barres de flexion (la bobine circule avec la face arrière formant un angle aigu sur la barre de flexion afin de rendre le produit flexible), un enroulement
Conversion	Le collage des bandes abrasives sur des bandes sans fin chevauchantes est préparé dans des machines de découpage en sections avant collage sous pression et sous chaleur dans des unités de pression. Des colles PU contenant des solvants peuvent être utilisées. Des dispositifs de coupe et de poinçonnage produisent des feuilles, des disques et des rouleaux

Tableau 4.6 : Composants des installations et différenciation
[12, UBA Germany, 2002]

Différenciation des systèmes liée à la protection contre les explosions

Il est habituellement nécessaire d'installer un équipement de protection contre les explosions autour des unités d'application et du circuit extérieur des bobines. Les unités d'application et le circuit extérieur des bobines sont équipés d'unités d'aspiration fonctionnant correctement. La surveillance est réalisée au moyen de mesures adaptées et appropriées aux conditions spécifiques du site.

Lorsque cela est nécessaire, l'ensemble de l'équipement électrique est protégé contre les explosions en respectant ces recommandations. Tous les dispositifs de commande en boucle sont situés hors de la zone de boucle. La zone de boucle est exclusivement chauffée de manière indirecte.

La vitesse maximale de la chaîne de production est contrôlée à 50 % de la LIE de la substance présentant le point d'éclair le plus faible.

Pour obtenir une pression négative et pour garantir les 50 % de la LIE, le sécheur est constamment commandé avec une quantité d'air évacué déterminée.

Les flux de gaz résiduels sont collectés et dirigés vers l'installation de traitement des gaz résiduels. Les flux d'air sont contrôlés. L'atelier de revêtement en grains est équipé d'une unité d'extraction et est aussi contrôlé.

Les enduiseurs et les installations de revêtement électrostatique en grains sont protégés par des systèmes de lutte contre l'incendie.

Le pré-sécheur et le sécheur principal sont totalement protégés par des systèmes internes de lutte contre l'incendie (colonnes montantes sèches).

4.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels de la fabrication des abrasifs

4.3.1 Bilans massiques

Dans le Tableau 4.7, le Tableau 4.8 et le Tableau 4.9, les bilans massiques de trois installations existantes sont présentés. Le Tableau 4.7 présente le bilan massique d'une installation de production d'abrasifs avec un mélange classique de produits de différents types de liants :

- * colle de peau (sans solvants)
- * résine partiellement synthétique (sans solvants)
- * résine synthétique (quasiment sans solvants).

Le bilan a été établi à partir de valeurs réelles avec des valeurs spécifiques pour 10 kilotonnes de produit fini par an. La capacité de cette installation correspond approximativement à cette quantité. Les valeurs de sortie sont des valeurs moyennes semi-horaires.

Ressources		Production	
Matières premières ⁽¹⁾			
Papier/tissu	4 701 t/an	Produit	10 000 t/an
Grain abrasif	3 214 t/an	Déchets pour combustion	77 t/an
Matériau liant, y compris des phénols et d'autres résines synthétiques	2 436 t/an	Déchets pour élimination	37 t/an
		Déchets dangereux	116 t/an
Solvants ⁽²⁾			
Eau	827 t/an	Eau	827 t/an
Solvants organiques ⁽³⁾	275 t/an	Émissions diffuses de COV	38 t/an
		COT après post-combustion thermique	< 20 mg/m ³
		NO _x après post-combustion thermique	< 100 mg/m ³
		CO après post-combustion thermique	< 100 mg/m ³
		Oxygène relatif d'une post-combustion thermique ou régénérative	18 – 21 %
Énergie (en kWh/an)			
Courant électrique	3 007 243		
Gaz	21 871 076		
Eau chaude	16 379 075		
Notes : [76, TWG, 2004].			
⁽¹⁾ Les ressources en matières premières représentent 10 351 t et la production ne représente que 10 230 t (le bilan massique n'est pas définitif).			
⁽²⁾ Idem pour le solvant organique (ressources 1 102 t, production 865 t).			
⁽³⁾ Les écarts dans les bilans massiques sont liés à la combustion de solvants et d'autres additifs dans les systèmes de traitement des gaz résiduels [128, TWG, 2005].			

Tableau 4.7 : Bilan massique de la fabrication d'abrasifs dans l'installation 1 [12, UBA Germany, 2002]

Le Tableau 4.8 présente le bilan massique de l'installation 2, où seul du tissu est assemblé par conservation. Le tissu fabriqué est utilisé comme support pour les abrasifs enrobés. Les tissus en coton léger et lourd et en polyester lourd sont imprégnés. Les valeurs présentées sont exclusivement les valeurs de l'imprégnation du tissu. Le bilan massique a été établi à partir de valeurs réelles avec des valeurs spécifiques pour 10 kilotonnes de produit fini par an. La capacité de cette installation est d'environ 5 kilotonnes de produit fini par an. La production d'abrasifs correspondante est réalisée dans l'installation 3, qui est décrite dans le Tableau 4.9.

Ressources		Production	
Matières premières ⁽¹⁾			
Tissu brut	8101 t/an	Tissu imprégné	10 000 t/an
Correspondant à (en m ² /an)	24 261 025	Correspondant à (en m ² /an)	24 261 025
Résines phénoliques	1 002 t/an	Déchets dangereux	185 t/an
Micelle	2104 t/an	Déchets pour élimination	133 t/an
Colle de peau/amidon	585 t/an	Déchets pour traitement ultérieur	484 t/an
Additifs	670 t/an	Déchets de papier	117 t/an
Solvants ⁽²⁾			
Solvants organiques ⁽³⁾	125 t/an	Émissions diffuses de COV	12 t/an
		COT après post-combustion thermique	< 20 mg/m ³
		NO _x après post-combustion thermique	< 100 mg/m ³
		CO après post-combustion thermique	< 100 mg/m ³
		Poussière	< 10 mg/m ³
		Oxygène relatif d'une post-combustion thermique ou régénérative	18 – 21 %
Agents accessoires			
Eau (m ³ /an)	101630	Eaux usées	
		Fabrication	46750 m ³ /an
		Refroidissement	8794 m ³ /an
		Vapeur	21752 m ³ /an
		Sanitaire	7692 m ³ /an
		Nettoyage	16639 m ³ /an
Énergie (en kWh/an)			
Énergie	46 258 325		

Notes : [76, TWG, 2004].

⁽¹⁾ Les ressources en matières premières représentent 12 462 t et la production ne représente que 10 919 t (le bilan massique n'est pas définitif).

⁽²⁾ Idem pour le solvant organique (ressources 125 t, production 12 t).

⁽³⁾ Les écarts dans les bilans massiques sont liés à la combustion de solvants et d'autres additifs dans les systèmes de traitement des gaz résiduels [128, TWG, 2005].

Tableau 4.8 : Bilan massique de l'installation d'imprégnation pour la fabrication d'abrasifs dans l'installation 2
[12, UBA Germany, 2002]

Le Tableau 4.9 présente le bilan massique de l'installation 3, qui est un site de production d'abrasifs enrobés. Elle se compose de plusieurs machines, sans prétraitement des supports. La production se compose de papiers de ponçage manuel et de ponçage à sec, de papier imperméable à l'eau et d'abrasifs en tissu, avec des qualités de tissu léger, moyen et lourd, et des produits abrasifs non tissés. Le bilan a été établi à partir de valeurs réelles avec des valeurs spécifiques pour 5 000 000 m²/an de produit fini. La capacité de cette installation est légèrement supérieure à cette quantité. Les valeurs de production sont des valeurs moyennes semi-horaires.

Ressources		Production	
Matières premières ⁽¹⁾			
Support imprégné	5 000 000 m ² /an	Produit	5 000 000 m ² /an
Grain abrasif	992 t/an		
Solvants			
Solvants organiques ⁽²⁾	259 t/an	Émissions diffuses de COV	30,1 t/an
		COT après post-combustion thermique	< 20 mg/m ³
		NO _x après post-combustion thermique	< 100 mg/m ³
		CO après post-combustion thermique	< 100 mg/m ³
		Poussière	< 10 mg/m ³
		Oxygène relatif d'une post-combustion thermique ou régénérative	18 – 21 %
Résines phénoliques et autres	520 t/an		
Micelles	22,2 t/an		
Agents accessoires			
Eau	32063 m ³ /an		
Énergie			
Gaz et courant	34 831 581 kWh/an		
Notes : [76, TWG, 2004]			
(1) Le bilan massique n'est pas définitif.			
(2) Les écarts dans les bilans massiques sont liés à la combustion de solvants et d'autres additifs dans les systèmes de traitement des gaz résiduels [128, TWG, 2005].			

Tableau 4.9 : Bilan massique de la fabrication d'abrasifs dans l'installation 3
[12, UBA Germany, 2002]

4.3.2 Consommations

Voir Section 4.3.1 pour la consommation de matières premières, de solvants, d'eau et d'énergie.

4.3.3 Émissions

4.3.3.1 Émissions dans l'air

Présentation générale des industries utilisant des adhésifs

Dans la DES, la fabrication d'abrasifs est regroupée avec d'autres industries utilisant des adhésifs. Les autres industries pertinentes :

* qui sont abordées dans ce document sont : la production de rubans adhésifs, d'abrasifs, le secteur des transports (voitures particulières, véhicules commerciaux, véhicules sur rails et avions), et l'industrie du meuble et du bois

* qui ne sont pas abordées dans ce document sont : l'aluminium composite, les mobile homes, la fabrication de chaussures et d'articles en cuir.

La fabrication d'abrasifs ne peut être séparée des données suivantes, mais cela fournit un contexte historique. Au niveau de l'UE-25 pour l'année 2000 (selon le modèle RAINS), les émissions de COVNM s'élevaient à 257,6 kt, soit 2,4 % des émissions totales de COVNM. L'activité totale correspondait à 680 kt d'adhésifs utilisés, et le facteur d'émission moyen s'élevait à environ 378,8 kg de COVNM/t d'adhésifs, ce qui signifie que les émissions générées par ce secteur sont déjà partiellement traitées* dans l'UE-25 (sur la base d'un facteur d'émissions non traitées* de 780 g/kg). L'EGTEI estime que les réductions réalisables dans toutes les industries utilisant des solvants sont de l'ordre de 76 à 98 % ; cependant, on ne sait pas dans quelle mesure cela est représentatif de la fabrication d'abrasifs. (*Dans ce contexte, traité/non traité fait non seulement référence au traitement des gaz résiduels mais aussi aux autres mesures pour réduire les émissions de COV).

Données spécifiques sur la fabrication d'abrasifs

Des exemples d'émissions tirés de trois installations en Allemagne sont fournis dans la Section 4.3.1.

Après le traitement des gaz résiduels, les niveaux des émissions atteints sont inférieurs à 20 mg de carbone organique/m³, 100 mg de CO/m³ et 100 mg de NO_x/m³. Les limites maximales pour le phénol et le formaldéhyde (20 mg/m³) sont également conservées.

4.3.3.2 Émissions dans l'eau

Des eaux usées sont générées par le nettoyage des pièces de machines, et contiennent principalement des phénols et des fluorures. Les traitements des eaux usées suivants sont normalement réalisés avant déversement dans une station d'épuration municipale :

- * neutralisation
- * précipitation du fluorure
- * filtration
- * traitement biologique.

Les techniques mentionnées ci-dessus sont décrites en détail dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006] et dans le BREF CWW [67, EIPPCB, 2003].

Les niveaux d'émissions suivants, ou des niveaux plus bas, sont obtenus :

* total phénols	75 mg/l
* phénols volatils dans la vapeur	20 mg/l
* fluorure	40 mg/l
* sulfate	200 mg/l
* fer	1 mg/l
* aluminium	1 mg/l
* zinc	1 mg/l

4.3.3.3 Déchets

Selon le spectre du produit, des déchets sont produits sous forme de chutes (par exemple arêtes, perforations) au cours de la conversion. Dans certains cas, une proportion de ces chutes peut être séparée, recoupée et vendue.

4.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la fabrication des abrasifs

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer à la fabrication des abrasifs. Le Tableau 4.10 présente les techniques générales applicables à la fabrication des abrasifs. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 4.10 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

Le document de synthèse EGTEI relatif à l'application industrielle des adhésifs (voir Annexe 24.1.1) donne des informations sur la rentabilité au niveau européen de certaines techniques de réduction des émissions de COV. Néanmoins, l'approche de l'EGTEI doit nécessairement limiter sa complexité et seules les principales techniques sont fournies, sans prendre en compte les autres facteurs MTD, comme les effets croisés ou les caractéristiques techniques des installations et des produits individuels. [134, EGTEI, 2005]

4.4.1 Matériaux liants traditionnels à base de solvants

Description : Les matériaux liants à base de solvants sont appliqués lorsque les pièces à traiter et les méthodes d'application nécessitent un refroidissement par eau, par exemple pour le meulage par voie humide de l'acier, du verre, de la céramique, de la pierre naturelle ou artificielle et des plastiques. Les qualités d'imperméabilité à l'eau nécessaires au papier abrasif ne peuvent être obtenues qu'en utilisant des matériaux liants à base de solvants.

La résine phénolique est la résine la plus couramment utilisée. Les autres résines utilisées sont les résines époxy, polyuréthane et urée. Aucune information n'a été communiquée sur la teneur en solvants organiques.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Une pratique courante est de traiter les gaz résiduels contenant du solvant.

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée. Les matériaux liants à base de solvants sont nécessaires à la production d'abrasifs pour le meulage par voie humide.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [12, UBA Germany, 2002] [76, EWWG, 2004]

4.4.2 Remplacement des matériaux liants traditionnels à base de solvants

4.4.2.1 Matériaux liants sans solvants

Description : Les matériaux liants sans solvants sont la colle de peau et l'amidon, et les résines partiellement synthétiques. Dans le cas de tissus, ils peuvent être reconnus pour des qualités de produit spécifiques. Cependant, on applique habituellement des résines en raison de leur meilleure adhérence, de leur moindre sensibilité à l'humidité et de leur résistance thermique plus élevée. Les résines phénoliques aqueuses sont souvent préférées aux produits légèrement plus flexibles contenant des solvants en raison de leur manipulation plus aisée.

Les qualités d'imperméabilité à l'eau nécessaires au papier abrasif ne peuvent être obtenues qu'en utilisant des matériaux liants à base de solvants.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvant sont évitées.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les matériaux liants à base de solvants sont nécessaires à la production d'abrasifs pour le meulage par voie humide. Ils sont couramment appliqués pour la production de papiers de ponçage à sec.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [12, UBA Germany, 2002] [76, EWWG, 2004]

4.4.3 Séchage

4.4.3.1 Séchage par convection

Pour une description générale, voir Section 20.8.1.1. Les sècheurs en boucle ou sans étirage sont couramment utilisés à des températures de 35 à 110 °C. Dans les sècheurs en boucle, la bobine enduite traverse le sécheur en boucles. Dans les sècheurs sans étirage, la bobine est transportée à plat, sans contact, à travers le sécheur.

[12, UBA Germany, 2002]

4.4.3.2 Séchage électromagnétique

Pour une description générale, voir Section 20.8.1.4. Le séchage électromagnétique, c'est-à-dire le séchage à haute fréquence (HF), est couramment appliqué aux revêtements à base d'eau.

[12, UBA Germany, 2002]

4.4.4 Traitement des gaz résiduels

4.4.4.1 Augmentation de la concentration interne de solvant

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.1. Cette méthode est couramment appliquée pour augmenter le rendement de la réduction de solvant du système de traitement des gaz résiduels. La vitesse maximale de la chaîne de production est de 50 % de la LIE de la substance présentant le point d'éclair le plus faible. À cette fin, la vitesse est bloquée électroniquement. Pour obtenir une pression négative et pour garantir les 50 % de la LIE, le sécheur est constamment commandé avec une quantité d'air évacué déterminée.

[12, UBA Germany, 2002]

4.4.4.2 Confinement et collecte des gaz résiduels

Pour une description générale, voir Section 20.11.2. Les gaz résiduels émanant des salles où la bobine circule à l'extérieur, des unités appliquant le matériau liant et du sécheur sont collectés et envoyés dans le système de traitement des gaz résiduels. Les émissions diffuses de solvants sont réduites entre 9,6 et 13,8 % de la quantité totale de solvants utilisée.

[12, UBA Germany, 2002] [128, EWWG, 2005]

4.4.4.3 Systèmes de filtre sec

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.6. Différents types de filtres à sac sont utilisés. Les valeurs d'émission obtenues dépendent des caractéristiques de la poussière, de la construction du filtre et du filtre lui-même. Une concentration de poussière statique $< 10 \text{ mg/m}^3$ peut être obtenue. Cependant cette valeur est habituellement de 20 mg/m^3 .

[12, UBA Germany, 2002]

4.4.4.4 Oxydation thermique

Pour une description générale, voir Section 20.11.4.2. Pour des volumes d'air évacué pouvant aller jusqu'à $66\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$, les installations obtiennent des valeurs d'émissions inférieures à 20 mg de COV/m^3 (valeur moyenne semi-horaire).

[12, UBA Germany, 2002]

4.4.4.5 Oxydation thermique régénérative

Pour une description générale, voir Sections 20.11.4.4 et 20.11.4.5. Cette méthode est couramment appliquée pour traiter les gaz résiduels émanant des sécheurs, des salles où la bobine circule à l'extérieur et des unités appliquant le matériau liant.

Pendant la production, l'oxydant régénérateur peut fonctionner normalement de façon autothermique (plus de $2 \text{ à } 3 \text{ g/m}^3$ de solvant organique dans les gaz résiduels). Pour des volumes d'air évacué pouvant aller jusqu'à $66\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$, les installations obtiennent des valeurs d'émissions inférieures à 20 mg de C/m^3 , inférieures à 100 mg de CO/m^3 et inférieures à $100 \text{ mg de NO}_x/\text{m}^3$ (valeurs moyennes semi-horaires). Des niveaux de phénol et de formaldéhyde inférieurs à 20 mg/m^3 sont obtenus.

[12, UBA Germany, 2002]

4.4.4.6 Traitement biologique

Pour une description générale, voir Section 20.11.8. Cette technique est parfois appliquée aux gaz résiduels des sécheurs.

[12, UBA Germany, 2002]

4.4.5 Traitement des eaux usées

Voir Section 4.3.3.2.

5 FABRICATION DES RUBANS ADHÉSIFS

[14, DFIU and IFARE, 2002] [76, ECCA, 2004, 128, TWG, 2005] [184, AFERA, 2005]

5.1 Généralités sur la fabrication des rubans adhésifs

Les rubans adhésifs sont utilisés dans un grand nombre d'industries différentes, comme l'emballage, la production de véhicules, l'équipement électrique, la construction, les industries du meuble et du papier ainsi que dans le marché du bricolage. Chaque industrie a de nombreuses exigences différentes, qui doivent être respectées pour les applications et les propriétés du produit. Dans l'industrie du véhicule par exemple, les rubans adhésifs sont utilisés pour fixer des pièces aux surfaces extérieures des carrosseries de voiture, pour protéger contre l'abrasion, pour calfeutrer de petites ouvertures, pour regrouper des câbles, pour masquer pendant les opérations de peinture et pour supporter les fonctions au cours de l'assemblage.

En fonction de l'utilisation, des exigences très différentes doivent être satisfaites quant aux propriétés du produit, comme la résistance d'adhérence, la résistance à la température, la rigidité mécanique, la résistance à la traction, le pouvoir adhésif tangentiel, etc. Les émissions de COV au cours de la production de rubans adhésifs proviennent de l'application de systèmes adhésifs à base de solvants et de l'application de matières auxiliaires contenant des solvants, comme les agents de démoulage et les couches primaires.

En raison de la gamme de produits et de techniques de production, les installations se spécialisent habituellement dans certains types de produits. Certaines installations se spécialisent dans l'utilisation de systèmes adhésifs basés sur les solvants. Dans ces installations, des quantités significatives de COV sont utilisées comme solvants dans les systèmes adhésifs, dans les matières auxiliaires comme les agents de démoulage et les couches primaires, et comme agents de nettoyage. Dans la plupart des cas, la quantité de solvants utilisée dépasse le seuil des 200 t/an.

En 2003, 45 installations européennes produisaient environ 3,3 milliards de m² de rubans adhésifs à base de solvants. Elles représentent une proportion d'environ 40 % du total de la production européenne de ruban adhésif.

L'autre partie du marché du ruban adhésif en Europe est constituée par des groupes de produits destinés à d'autres utilisations ou présentant d'autres propriétés. Ils sont produits dans des installations qui utilisent des adhésifs basés sur des matières thermoplastiques, des dispersions à base d'eau et des adhésifs à réticulation UV. Ces installations n'utilisent pas de COV ou seulement en très petites quantités (habituellement pour le nettoyage).

5.1.1 Applications d'adhésifs sensibles à la pression

La sélection du système d'adhésif à base de solvants dépend de l'application technique des rubans adhésifs. Le Tableau 5.1 présente un aperçu des différentes applications des rubans adhésifs et des adhésifs les plus couramment utilisés.

Utilisation du ruban	Application	Adhésifs à base de solvants sensible à la pression
Emballage	Étiquettes adhésives, rubans adhésifs pour l’emballage	Adhésifs à base de caoutchouc naturel (BS)
Industrie automobile	Rubans à transfert d’adhésif pour bandes décoratives et bandes de protection latérale, panneaux isolants, aides à l’assemblage pour les couvertures de carter de relais d’accessoires et les panneaux latéraux de jupe, rubans adhésifs pour enrouler les faisceaux de câbles	Adhésifs à base de caoutchouc naturel, esters d’acide acrylique et acrylates
Industrie de la construction	Rubans adhésifs en mousse pour sceller les fenêtres, colmater les joints de construction et les joints de dilatation, rubans adhésifs pour tapis, etc.	Dispersions d’acrylate
Médecine	Rubans adhésifs à usage médical, pansements adhésifs	Acrylates purs, polyacrylates
Industrie du meuble	Rubans à transfert d’adhésif pour les miroirs, etc.	Adhésifs à base d’acrylate

Tableau 5.1 : Applications des adhésifs à base de solvants sensibles à la pression pour les rubans adhésifs

[14, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005]

5.2 Procédés et techniques appliqués pour la fabrication des rubans adhésifs

5.2.1 Fabrication des rubans adhésifs

Les rubans adhésifs à base de solvants se composent d’un substrat, d’un promoteur d’adhérence, d’un adhésif sensible à la pression et d’agents de décollement. Les substrats utilisés sont : le papier (largement utilisé), les tissus, les feuilles de polychlorure de vinyle, le polyester, le polyamide et l’aluminium. Les produits peuvent être classifiés en rubans à transfert d’adhésif (ruban adhésif double face), rubans adhésifs destinés à l’emballage et rubans adhésifs destinés au revêtement.

Pour la production de rubans adhésifs à une face, un adhésif sensible à la pression est appliqué sur un substrat. L’adhérence de la couche d’adhésif au substrat est améliorée par une préparation physique de la surface ou par l’application de couches primaires. Pour la production de rubans adhésifs à double face, un adhésif sensible à la pression est appliqué de chaque côté d’un substrat. Un agent de décollement est appliqué sur l’une des couches adhésives afin d’éviter tout contact entre les couches d’adhésif.

5.2.2 Matériaux pour la fabrication des rubans adhésifs

Les adhésifs sensibles à la pression sont des composés organiques présentant à la fois une auto-résistance importante et une forte adhérence à différentes surfaces. Contrairement à d’autres systèmes adhésifs, le film adhésif en plastique est également actif dans des environnements secs. L’adhésif présente des propriétés viscoélastiques et peut être considéré comme un fluide présentant une viscosité très élevée. Le Tableau 5.2 présente une classification des adhésifs sensibles à la pression.

Type d'adhésif	Adhésifs à base de caoutchouc	Adhésifs à base d'acrylate	Autres adhésifs sensibles à la pression
Adhésifs produits avec des solvants			
Dissolution dans des solvants organiques	Caoutchouc naturel (NR), styrène-butadiène (SBR), copolymère bloc styrène-isoprène-styrène (SIS)	Acrylate pur, polyacrylate	Polyuréthane, néoprène
Adhésifs produits sans solvants			
Dispersion dans l'eau	Copolymère bloc styrène-butadiène-styrène (SBS), latex SBR, SBR carboxylé (CSBR)	Acrylate pur, polyacrylate	Polyacétate de vinyle, acrylate, éthylène-acétate de vinyle (EVA)
Matière thermoplastique	copolymère bloc styrène-isoprène-styrène (SIS), styrène-butadiène (SBR), copolymère bloc styrène-butadiène-styrène (SBS)	Polyacrylate	Aucune application
Systèmes avec une teneur en extrait sec de 100 %, séchage par rayonnement ou comme système en deux parties	Caoutchouc naturel (NR), copolymère de styrène-butadiène (SBR), copolymère bloc styrène-isoprène-styrène (SIS)	Acrylate pur, polyacrylate	Polyuréthane, polyester, polyuréthane à deux parties

Tableau 5.2 : Adhésifs sensibles à la pression pour la production de rubans adhésifs [14, DFIU and IFARE, 2002]

Adhésifs et résines à base de caoutchouc

Les adhésifs à base de caoutchouc qui sont techniquement traités sont les adhésifs à base de caoutchouc naturel (NR) et à base de caoutchoucs synthétiques, comme le styrène-butadiène (SBR) et le styrène-isoprène-styrène (SIS).

Pour la production de systèmes à base de caoutchouc naturel, le caoutchouc est dissous dans des solvants organiques avec des résines qui en influencent la cohésion et l'adhérence (que l'on nomme « agents poisseux »). D'autres adjuvants, comme des agents anti-vieillessement, sont également ajoutés. Ces adhésifs sont principalement utilisés pour les pansements, mais aussi pour les rubans adhésifs à double face, les rubans adhésifs pour l'emballage et les rubans adhésifs pour revêtement.

Adhésifs à base d'acrylate

Les rubans adhésifs sont généralement recouverts d'adhésifs à base d'acrylate pour une utilisation à long terme ou en extérieur. Les adhésifs à base d'acrylate dominent le domaine de l'assemblage en raison de leur résistance thermique et chimique plus élevée, ainsi que de leur meilleure cohésion par rapport aux adhésifs à base de caoutchouc. Les adhésifs à base de solvants sont dissous dans des solvants organiques (par exemple du benzène, de l'acétate d'éthyle ou du toluène). Les adhésifs à base d'acrylate et à base de solvants présentent une cohésion supérieure à celle des adhésifs à base d'eau.

Autres adhésifs sensibles à la pression

Les élastomères thermoplastiques, les polyuréthanes ainsi que le néoprène sont également utilisés pour la production de rubans adhésifs pour des applications spéciales.

Solvants

Les solvants pour les adhésifs sensibles à la pression sont des solvants aromatiques et aliphatiques avec un point d'ébullition compris entre 60 et 120 °C, ainsi que des mélanges de ces composants. Les proportions de solvant dans les adhésifs prêts à appliquer varient entre 60 et 75 %. Des systèmes à haut extrait sec avec des proportions d'extrait sec supérieures à 60 % environ sont utilisés dans certains cas.

Rubans adhésifs sans solvants

(Voir les commentaires de la Section 5.1 sur les installations utilisant des procédés spécifiques).

Des caoutchoucs synthétiques sont appliqués comme matières thermoplastiques sans solvants. Pour la production de ces caoutchoucs synthétiques, des résines et d'autres matériaux auxiliaires sont mélangés dans la coulée, par exemple dans des machines d'extrusion fonctionnant en continu, puis enduits comme coulée. Les propriétés thermoplastiques du composé sont réversibles.

Les adhésifs à base d'acrylate peuvent également être appliqués comme dispersions à base d'eau, comme des systèmes 100 % solides (en tant que composés à réticulation UV).

Matériaux auxiliaires

Les promoteurs d'adhérence permettent un déroulement et un re-stripage sans problème du ruban adhésif en augmentant l'adhérence entre l'adhésif sensible à la pression et le substrat. L'adhérence peut être réalisée par l'application d'une couche primaire. Les couches primaires sont appliquées dissoutes dans des solvants organiques. Les techniques à faibles émissions courantes pour le traitement de surface sont la décharge par effet corona, le brûlage et la préparation de surface plasma à basse pression.

Agents de décollement

Les agents de décollement sont utilisés pour éviter l'adhérence de l'adhésif sensible à la pression à la surface du ruban adhésif. Des silicones sont appliquées comme agents de décollement pour les adhésifs à base d'acrylate et de caoutchoucs synthétiques. Pour les adhésifs à base de caoutchouc naturel, des systèmes contenant des groupes stériques sont également utilisés. La plupart des agents de décollement sont appliqués sous forme de solutions.

Produits d'imprégnation

Les produits d'imprégnation sont appliqués pour l'affinage de surface des papiers lisses et absorbants afin d'augmenter la résistance à l'état humide et la rigidité mécanique. Pour ce procédé, des dispersions de polymère contenant de l'eau sont utilisées, à base d'acrylate SBR, d'acrylate ainsi que de systèmes à base de caoutchouc naturel-acrylate pour des applications spéciales.

Agents de nettoyage

Habituellement, les solvants utilisés pour les différentes activités de nettoyage sont les mêmes que ceux utilisés pour les systèmes adhésifs, à la fois pour le nettoyage au cours de la production et pour l'entretien.

5.2.3 Procédé de fabrication des rubans adhésifs

[128, TWG, 2005] [184, AFERA, 2005]

Le procédé de fabrication peut être subdivisé en trois étapes principales :

- * revêtement : traitement de la surface du substrat et revêtement du substrat de type feuille avec l'adhésif
- * séchage (réticulation) de l'adhésif
- * enroulement.

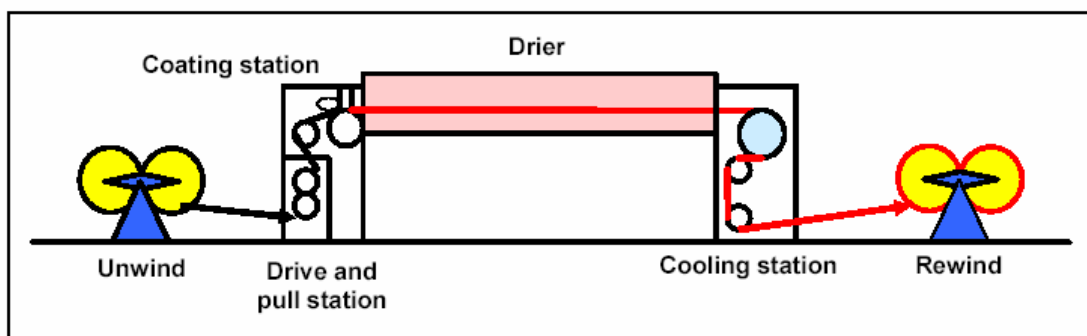


Figure 5.1 : Disposition schématique d'une chaîne de production de ruban adhésif
[184, AFERA, 2005]

De plus, dans la (quasi) totalité des installations utilisant des solvants, les procédés auxiliaires suivants sont en place :

- * stockage des composants adhésifs
- * mélange de l'adhésif
- * traitement des gaz résiduels (des gaz du sécheur)
- * refendage du ruban rembobiné.

Les étapes de la production de rubans adhésifs pouvant avoir un impact sur l'environnement sont décrites dans cette section.

Revêtement

L'application d'un adhésif à base de solvants sensible à la pression peut se faire par le biais de différentes techniques d'application. Des systèmes de racle ou à rouleaux tournant en sens inverse, présentés en Figure 5.2, sont couramment utilisés.

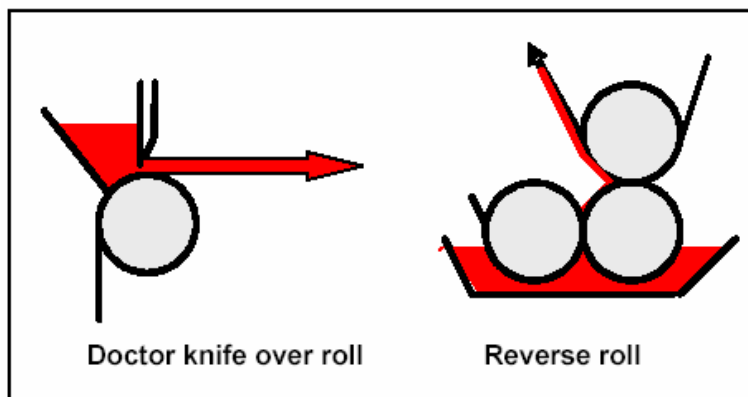


Figure 5.2 : Différents types d'unités d'application de l'adhésif
[184, AFERA, 2005]

Le matériau adhésif peut être appliqué directement sur le substrat. Une alternative est la technique du transfert, où l'adhésif sensible à la pression est séché sur l'agent de décolage et réticulé. Le film adhésif est ensuite transféré sur le substrat par contre-collage, le substrat doit donc être protégé des dommages au cours du processus de séchage. Le contre-collage peut être réalisé par un revêtement directement appliqué sur un distributeur de bande de transfert (ou « *transfer liner* ») et en contre-collant à l'aide d'un support comme indiqué à la Figure 5.3.

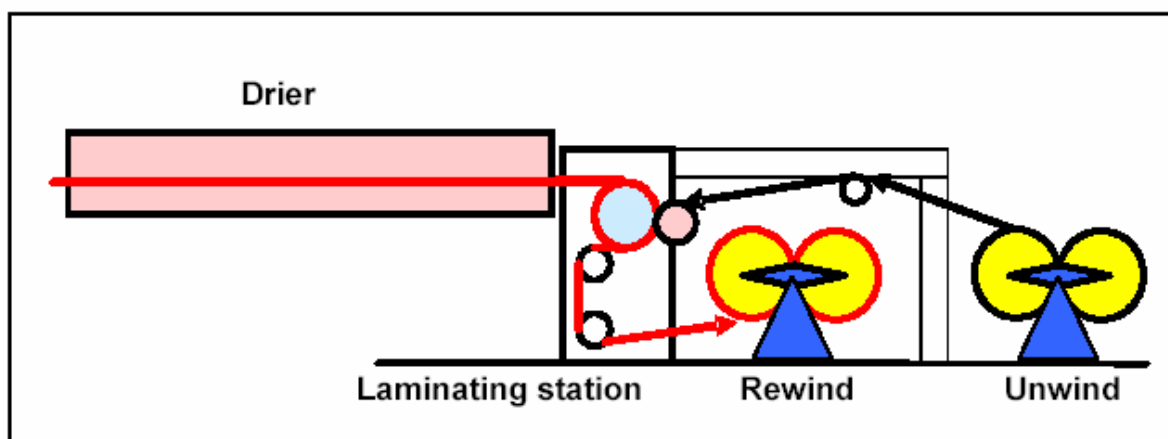


Figure 5.3 : Unité de contre-collage
[184, AFERA, 2005]

La formulation des adhésifs est souvent réalisée à proximité du procédé d'application. Différentes installations de mélange sont utilisées pour différents types d'adhésifs :

- * du caoutchouc granulé, des résines et d'autres adjuvants sont placés dans un malaxeur rempli de solvant. Il s'agit d'un traitement discontinu et lent pour des adhésifs présentant une viscosité importante
- * du caoutchouc granulé, des résines et d'autres adjuvants sont placés dans un mélangeur à haute vitesse rempli de solvant. Le mélangeur est équipé de différentes lames de mélange à l'intérieur. Il s'agit d'un traitement discontinu et court pour des adhésifs présentant une faible viscosité
- * l'adhésif acrylique est fabriqué en discontinu dans les stations de polymérisation. La réaction est basée sur un catalyseur dans le mélangeur, et est contrôlée par la température et la pression.

Au cours de ces premières étapes de production, il se peut que des émissions diffuses de COV se dégagent des procédés ou unités suivants :

- * stockage des solvants ou des pré-produits contenant des solvants

- * formulation des adhésifs dans les unités de mélange
- * transfert des adhésifs vers la machine d'application
- * unité d'application de la couche primaire
- * unité d'application des adhésifs

Une partie des émissions diffuses provenant de ces sources est captée et dirigée vers une unité de traitement des gaz résiduaux.

Des déchets sont générés à partir des adhésifs mélangés mais utilisés et du nettoyage des installations de mélange.

Ces procédés ne produisent normalement pas d'eaux usées.

Séchage

Les adhésifs à base de solvants sont séchés thermiquement par des sècheurs par convection et des sècheurs à infrarouge. Toute réticulation peut être réalisée chimiquement ou par rayonnement UV pour améliorer les propriétés techniques. L'air des sècheurs par convection est chauffé au gaz, à l'huile ou à la vapeur au moyen d'échangeurs de chaleur.

Le principal équipement de sécheur pour les systèmes à base de solvants se différencie par le flux d'air et le transport du matériau :

- * dans un sécheur à flux d'air tangentiel, le matériau est transporté par rouleaux
- * dans un sécheur à sortie unique avec des buses sur rouleaux, le matériau est transporté par rouleaux commandés
- * dans un sécheur à courroie de transport, le matériau est transporté par courroie
- * dans un sécheur à aérosustentation, le matériau est transporté par des buses d'air spécialement conçues
- * dans un sécheur à festons, de longues boucles sont accrochées à des tringles qui se déplacent lentement dans une pièce étanche.

Les COV qui s'évaporent de la couche d'adhésif au cours du séchage sont captés avec une partie de l'air expulsé du sécheur. Pour des raisons de sécurité, une concentration maximale de solvant est maintenue dans l'air expulsé et est calculée en utilisant la norme EN 1539. Le niveau maintenu pour un travail en toute sécurité correspond à 50 % de la LIE. La réduction de la concentration en solvant de l'air du sécheur est contrôlée par le débit d'air. Si des sècheurs à gaz inerte étanches aux gaz sont utilisés, des charges de solvants plus importantes sont possibles. La charge dépend des solvants utilisés et de la température de séchage.

L'air expulsé des sècheurs est habituellement nettoyé par récupération de solvant. Cette opération est réalisée au moyen d'une condensation au cours de l'étape de pré-séchage (émissions diffuses captées dans les unités de mélange et d'application) et d'une absorption sur du charbon actif au cours de l'étape de séchage. Les solvants sont recaptés par désorption et piégeage de la vapeur.

Les procédés de séchage et de traitement des gaz résiduaux ne génèrent aucun déchet. De petites quantités d'eaux usées sont générées par le procédé de désorption lors du traitement des gaz résiduaux.

Enroulement

Avant d'être enroulé, le ruban doit être refroidi dans une unité de refroidissement avec des rouleaux de refroidissement. Le refroidissement se fait en utilisant de l'eau de refroidissement.

Une fois refroidi, le ruban est enroulé sur de grands rouleaux prêts à être transportés jusqu'au procédé de refente.

Les proportions de solvant qui subsistent dans des rubans adhésifs à double face finis produits avec des adhésifs à base de solvants varient entre 0,1 et 2 %, en fonction de la quantité de solvant utilisée. Les solvants qui subsistent dans les produits peuvent soit s'échapper lentement en raison d'un processus de diffusion, soit subsister dans la couche adhésive qui sert alors de plastifiant.

À cette étape du procédé de fabrication, des déchets peuvent être générés par des charges défectueuses ou un support de refente. La quantité de déchets reste habituellement inférieure à 10 % des ressources en matériaux.

Il n'y a pas d'eaux usées.

5.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels de la fabrication des rubans adhésifs

[128, TWG, 2005] [184, AFERA, 2005]

Présentation générale des industries utilisant des adhésifs

Dans la DES, la fabrication d'abrasifs est regroupée avec d'autres industries utilisant des adhésifs. Les autres industries pertinentes :

* qui sont abordées dans ce document sont : la production de rubans adhésifs, d'abrasifs, le secteur des transports (voitures particulières, véhicules commerciaux, véhicules sur rails et avions), et l'industrie du meuble et du bois

* qui ne sont pas abordées dans ce document sont : l'aluminium composite, les mobile homes, la fabrication de chaussures et d'articles en cuir.

La fabrication de rubans adhésifs ne peut être séparée des données suivantes, mais cela fournit un contexte historique. Au niveau de l'UE-25 pour l'année 2000 (selon le modèle RAINS), les émissions de COVNM s'élevaient à 257,6 kt, soit 2,4 % des émissions totales de COVNM. L'activité totale correspondait à 680 kt d'adhésifs utilisés, et le facteur d'émission moyen s'élevait à environ 378,8 kg de COVNM/t d'adhésifs, ce qui signifie que les émissions générées par ce secteur sont déjà partiellement traitées* dans l'UE-25 (sur la base d'un facteur d'émissions non traitées* de 780 g/kg). L'EGTEI estime que les réductions réalisables dans toutes les industries utilisant des solvants sont de l'ordre de 76 à 98 % ; cependant, on ne sait pas dans quelle mesure cela est représentatif de la fabrication de rubans adhésifs. (* Dans ce contexte, traité/non traité fait non seulement référence au traitement des gaz résiduels, mais aussi aux autres mesures de réduction des émissions de COV).

Données spécifiques sur la fabrication des rubans adhésifs

Les tableaux et figures suivants présentent des informations élémentaires sur la consommation et le bilan massique d'une installation de référence moderne produisant des rubans adhésifs à base de solvants de qualité pour des usages industriels très spécifiques.

Temps de production	20 postes par semaine
Produits	Environ 50 millions de m ² /an avec un poids d'enduit élevé d'environ 75 %

Tableau 5.3 : Conditions de production d'une installation de fabrication de rubans adhésifs à base de solvants

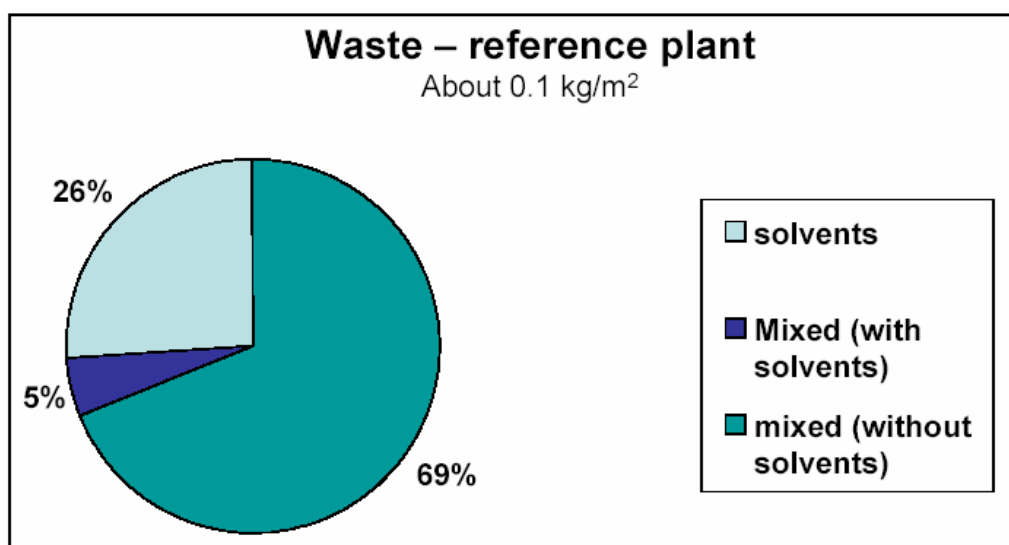


Figure 5.4 : Production de déchets (2004)

[184, AFERA, 2005]

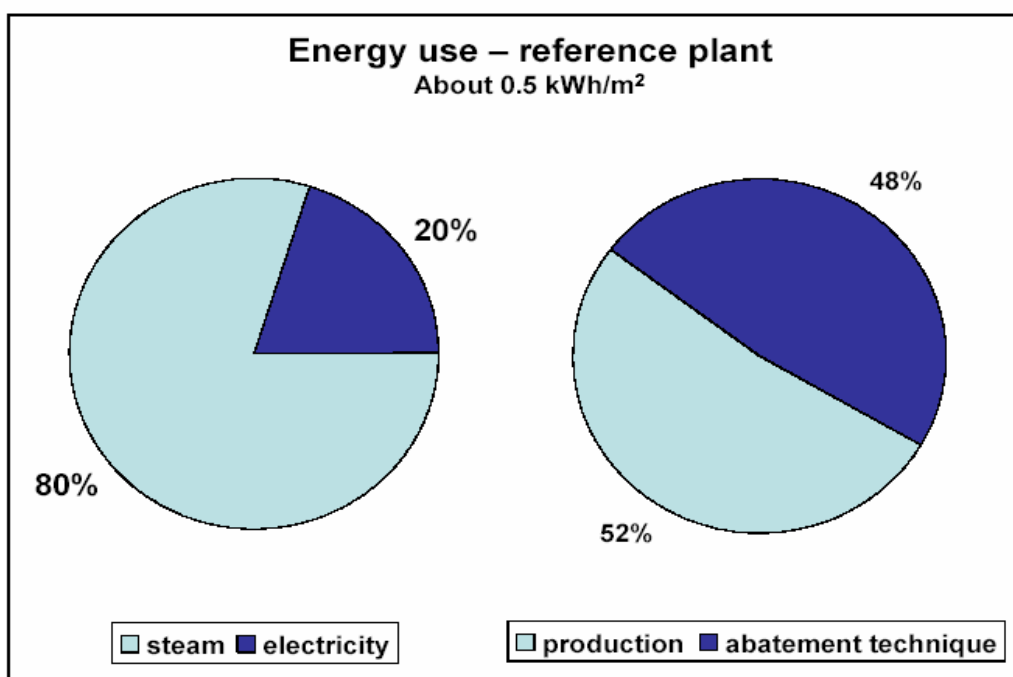


Figure 5.5 : Consommation d'énergie (2004)
[184, AFERA, 2005]

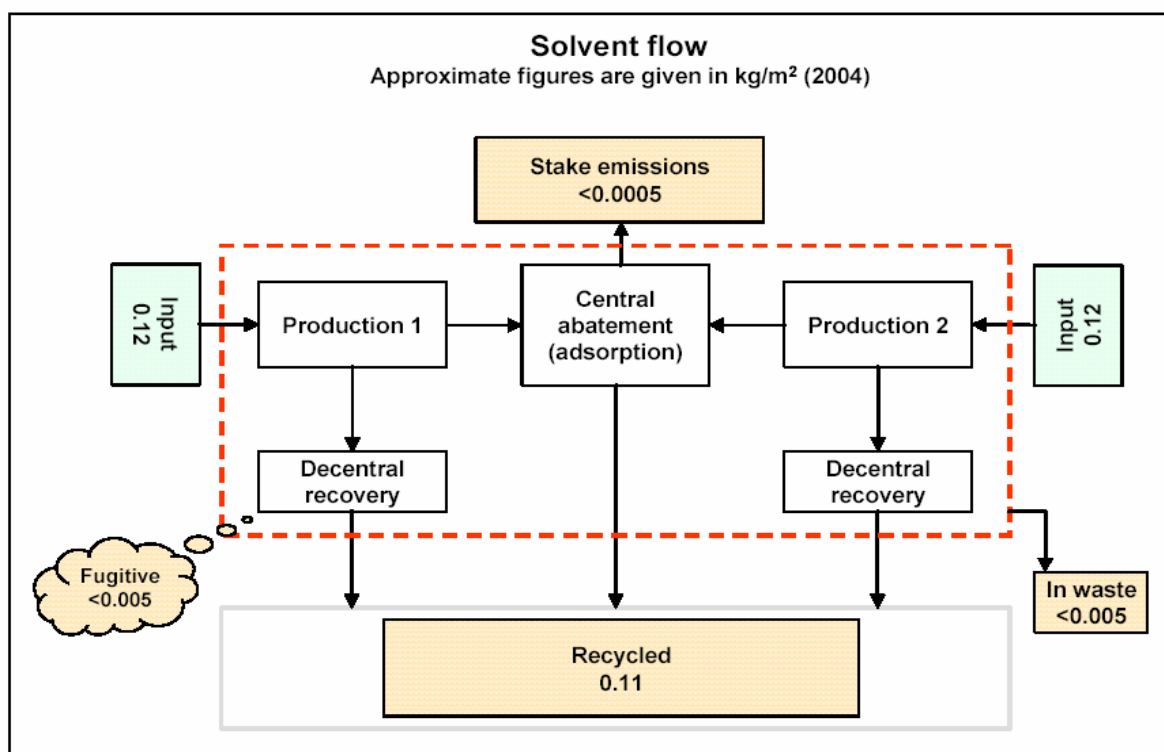


Figure 5.6 : Flux de solvant (2004)
[184, AFERA, 2005]

La quantité de déchets est réduite par :

- * optimisation du procédé par analyse du risque (le processus AMDE : analyse des modes de défaillance et de leurs effets) pour éviter les problèmes de qualité
- * contrôle continu du procédé pour éviter les produits non conformes
- * optimisation du mélange de l'adhésif pour éviter les excédents de matériaux avec un temps de stockage limité
- * un système efficace de récupération des solvants.

La réduction de la consommation d'énergie est rendue possible par :

- * l'utilisation d'échangeurs de chaleur dans les sècheurs
- * une optimisation de l'isolation des sècheurs.

La consommation spécifique et les valeurs d'émission dépendent fortement des types de rubans fabriqués (type de solvant, de substrat, de poids d'enduit) et peuvent être réduites par les moyens suivants :

- * un nombre décroissant de produits différents au cours de la période de production (campagnes plus longues)
- * une proportion inférieure de rubans double face dans la production.

Le Tableau 5.4 présente les chiffres de la consommation spécifique de l'installation de référence comparés aux données moyennes d'autres productions à base de solvants.

	Solvants utilisés kg/m ²	Énergie utilisée kWh/m ²	Déchets produits kg/m ²
Données moyennes : (min – max) (production normale)	0,04 (0,02 – 0,12)	0,5 (0,25 – 1,1)	0,03 (0,005 – 0,1)
Installation de référence (production spéciale)	0,12	0,5	0,10

Note : Ce tableau indique très clairement la consommation spécifique plus élevée de la production spécialisée (comme dans l'installation de référence) par rapport au niveau moyen de marchandises produites dans d'autres installations utilisant des solvants.

Tableau 5.4 : Comparaison de référence des solvants utilisés, de l'énergie utilisée et des déchets produits

5.3.1 Bilan des émissions de COV

La Figure 5.7 ci-dessous présente le bilan des émissions de COV dans l'installation de référence.

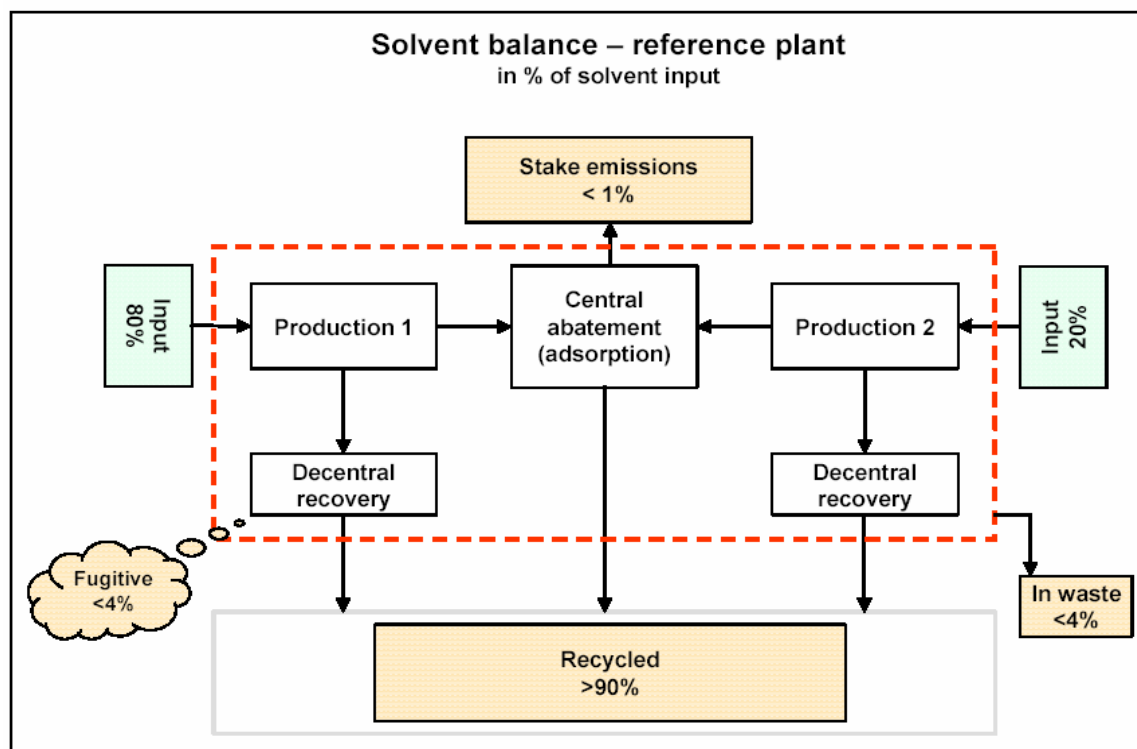


Figure 5.7 : Bilan des émissions de COV dans l'installation de référence
[184, AFERA, 2005]

Comme l'indique le bilan des émissions de COV ci-dessus, les limites d'émission de telles installations sont faibles et des valeurs d'émission de 5 % (m/m) ou moins peuvent être obtenues. Les éléments importants pour obtenir de bonnes valeurs d'émission sont les suivants :

- * utiliser des techniques sans solvants pour fabriquer des produits convenables (à l'heure actuelle, gammes de rubans adhésifs d'emballage et de bandes-caches de moindre qualité, rubans adhésifs double face)
- * capter les émissions provenant du stockage des solvants et du mélange de l'adhésif
- * encapsuler la machine de revêtement complète et diriger toutes les émissions provenant des sources diffuses vers un traitement des gaz résiduels. Le traitement des gaz résiduels peut consister en l'un des procédés suivants ou une combinaison de ceux-ci :
 - condensation, après une étape de pré-séchage (voir Sections 5.4.5.1 et 20.11.5.3 et Sections 5.4.4.1 et 20.8.1.2)
 - absorption avec une récupération supérieure à 90 % et des émissions inférieures à 1 % (voir Sections 5.4.5.2, 20.11.6.1 et 20.13.7.1)
 - oxydation avec récupération d'énergie (voir Sections 5.4.5.2, 20.11.6.1 et 20.13.7.1)
 - capture spécifique supplémentaire des émissions de COV provenant des unités de revêtement (voir Section 20.11.4)
- * diminution du nombre de produits différents au cours de la période de production (campagnes plus longues), évitant la nécessité d'un nettoyage intermédiaire.

5.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la fabrication des rubans adhésifs

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer à la fabrication de rubans adhésifs. Le Tableau 5.5 présente les techniques générales applicables à la fabrication des rubans adhésifs. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Le document de synthèse EGTEI relatif à l'application industrielle d'adhésifs (voir Annexe 24.1.1) donne des informations sur la rentabilité au niveau européen de certaines techniques de réduction des émissions de COV. Néanmoins, l'approche de l'EGTEI doit nécessairement limiter sa complexité et seules les principales techniques sont fournies, sans prendre en compte les autres facteurs MTD, comme les effets croisés ou les caractéristiques techniques des installations et des produits individuels. [134, EGTEI, 2005]

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Récupération sur site du charbon actif usagé	20.13.7.1
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 5.5 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

5.4.1 Adhésifs traditionnels à base de solvants

Description : Des adhésifs à base de solvants doivent être appliqués pour obtenir des propriétés spécifiques, par exemple une résistance importante à l'effort. Il n'existe actuellement aucun adhésif sans solvants présentant des propriétés équivalentes.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Applicable aux usines et installations nouvelles ou existantes.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Largement utilisé.

Littérature de référence : [14, DFIU and IFARE, 2002]

5.4.2 Remplacement des adhésifs traditionnels à base de solvants (substitution)

Il est important de noter qu'il s'agit des seules options existantes pour produire des types limités de rubans adhésifs et pour une installation récente ou modernisée, étant donné que ces substitutions nécessitent un changement d'équipement complet. [128, TWG, 2005]

5.4.2.1 Adhésifs à base de matières thermoplastiques

Description : Les matières thermoplastiques ne contiennent pas de solvants.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvant sont éliminées.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Applicable aux usines et installations nouvelles ou existantes. Dans la fabrication de rubans adhésifs, les matières thermoplastiques sont adaptées à la gamme de rubans d'emballage et de bandes-caches de moindre qualité, et aux rubans adhésifs double face.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [14, DFIU and IFARE, 2002]

5.4.2.2 Adhésifs à base d'eau

Description : Les adhésifs à base d'eau ne contiennent pas de solvants organiques.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvant sont éliminées.

Effets croisés : Davantage d'énergie est nécessaire pour le séchage.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Applicable aux usines et installations nouvelles ou existantes. Dans la fabrication de rubans adhésifs, les adhésifs à base d'eau sont adaptés à la gamme de rubans d'emballage et de bandes-caches de moindre qualité, et aux rubans adhésifs double face.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [14, DFIU and IFARE, 2002]

5.4.2.3 Adhésifs à durcissement UV

Description : Les adhésifs à durcissement UV ne contiennent pas de solvants.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvant sont éliminées.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Applicable aux usines et installations nouvelles ou existantes. Dans la fabrication de rubans adhésifs, les adhésifs à séchage sous UV sont adaptés à la gamme de rubans de transfert et d'emballage de moindre qualité, et aux bandes-caches.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [14, DFIU and IFARE, 2002]

5.4.3 Remplacement de la fabrication des adhésifs traditionnels à base de solvants (substitution)

5.4.3.1 Fabrication de rubans adhésifs sans solvants

Description : Un nouveau procédé de fabrication des rubans adhésifs techniques a été développé à l'échelle d'une chaîne de production grandeur nature dans une installation en Europe. Le nouveau procédé est basé sur une technologie de matières thermoplastiques qui est adoptée pour les besoins très spécifiques des produits à base de solvants existants pour usages industriels. Ceci a été rendu possible par des modifications du produit, des fusions de campagne du produit et un support produit et application intensif pour les clients afin d'assurer l'acceptation des nouveaux produits et leur adaptation à l'utilisation.

Avantages pour l'environnement : Par rapport aux procédés à base de solvants, les émissions de solvant, l'utilisation de solvant et la consommation d'eau du procédé sont réduits à zéro. La consommation d'énergie primaire est réduite à 33 %.

Effets croisés : Cette technique implique la réticulation des polymères conduisant à la génération d'ozone. Les émissions d'ozone sont détruites par un éliminateur (catalyseur) permettant d'atteindre des valeurs d'émission de 0,05 ppm.

Données d'exploitation : Une gamme de produits peut être fabriquée avec une application d'adhésif de 30 à 110 g/m². Les procédés automatisés intégrés sans opération manuelle conduisent à un haut rendement des matériaux. Le Tableau 5.6 présente une comparaison entre un procédé à base de caoutchouc naturel utilisant des solvants et un procédé à base de caoutchouc naturel sans solvants pour une installation. Les chiffres réels varieront en fonction des produits fabriqués.

Énergie	Procédé à base de solvants	Procédé sans solvants
Vapeur (t) pour régénérer le charbon actif (kWh) correspondant à la consommation de fioul (t)	25 145 14,75 millions environ 1 700	0 0 0
Électricité (kWh) correspondant à la consommation de fioul (t)	6,71 millions environ 1 650	4,5 millions environ 1 100
Consommation d'eau du procédé (m ³)	environ 25 000	0
Consommation totale d'énergie (kWh)	21,46 millions	4,5 millions
Consommation de fioul totale équivalente (t)	environ 3 350	environ 1 100
Note : La consommation d'énergie est liée à un rendement de production de 100 millions de m ² .		

Tableau 5.6 : Comparaison entre un procédé à base de caoutchouc naturel utilisant des solvants et un procédé à base de caoutchouc naturel sans solvants

Applicabilité : Les produits existants ne peuvent pas tous être produits par cette nouvelle installation. Si l'utilisation de cette technique est envisagée, il est nécessaire de redéfinir les spécifications du produit avec le client.

L'application de cette nouvelle technique nécessite des changements fondamentaux dans toutes les parties d'une installation. Ce n'est une option que pour les nouvelles installations ou pour une installation subissant une modernisation majeure.

Pour obtenir les avantages décrits en matière de rendement, un portefeuille de production homogène est nécessaire.

Aspects économiques : L'investissement que représente la nouvelle installation s'est élevé à 13,4 millions EUR. Les économies d'énergie s'élèvent à environ 66 %. Il n'y a pas de dépenses pour le traitement des gaz résiduels, la surveillance et d'autres obligations relatives au contrôle des émissions, etc., étant donné qu'ils ne sont pas nécessaires.

Pour qu'une exploitation économique de cette technologie soit possible, des installations de grande envergure sont nécessaires.

Moteurs de la mise en œuvre : Directive relative aux émissions de solvants 1999/13/CE. Adoption d'une nouvelle technologie pour répondre aux exigences actuelles et futures du marché.

Installations de référence : Tesa AG, Hambourg, Allemagne.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [184, AFERA, 2005]

5.4.4 Séchage

5.4.4.1 Séchage par convection sous atmosphère inerte

Pour une description générale, voir Section 20.8.1.2. Cette technique est couramment appliquée comme étape de pré-séchage dans la fabrication de rubans adhésifs.
[14, DFIU and IFARE, 2002]

5.4.4.2 Durcissement par rayonnement infrarouge

Pour une description générale, voir Section 20.8.2.1. Ce sécheur est couramment utilisé dans la fabrication de rubans adhésifs et convient aux dispersions et également aux adhésifs à base de solvants lorsqu'une protection contre les explosions est nécessaire.
[13, DFIU and IFARE, 2002] [14, DFIU and IFARE, 2002]

5.4.4.3 Durcissement par rayonnement ultraviolet (UV)

Pour une description générale, voir Section 20.8.2.3. Le durcissement UV est de plus en plus appliqué dans la production des rubans adhésifs. Il est particulièrement utilisé pour les matières thermoplastiques à base d'acrylate les plus récentes. Il est également utilisé pour les adhésifs à durcissement par rayonnement, lorsque la réticulation finale et l'ajustement de la cohésion et de la résistance d'adhérence techniquement requis sont initiés par un rayonnement UV.

[13, DFIU and IFARE, 2002] [14, DFIU and IFARE, 2002]

5.4.4.4 Séchage par faisceau d'électrons (FE)

Pour une description générale, voir Section 20.8.2.4. Le séchage par FE est de plus en plus appliqué dans la production de rubans adhésifs, mais moins que le séchage par rayonnement UV (voir Section 5.4.4.3) en raison du coût d'investissement plus élevé. De plus, comparé au séchage par UV, des changements des propriétés du substrat sont possibles.

[13, DFIU and IFARE, 2002] [14, DFIU and IFARE, 2002]

5.4.5 Traitement des gaz résiduels

5.4.5.1 Condensation (réfrigération)

Pour une description générale, voir Section 20.11.5.3. Les solvants utilisés peuvent être récupérés en appliquant un procédé de condensation dans un système de récupération par échange de chaleur suivi d'un refroidissement (de 5 à -30 °C) par un compresseur frigorifique. Dans la fabrication de rubans adhésifs, la condensation est appliquée après une étape de pré-séchage en utilisant un sécheur à buse pour gaz inerte (voir Sections 5.4.4.1 et 20.8.1.2) et avant le procédé de séchage principal. Cette étape est suivie d'une étape d'adsorption pour les gaz résiduels.

[14, DFIU and IFARE, 2002]

5.4.5.2 Adsorption sur charbon actif et récupération sur site

Pour une description générale, voir Sections 20.11.6.1 et 20.13.7.1. Le gaz résiduel chargé de solvants traverse des adsorbants qui sont généralement construits sous forme de plusieurs réservoirs connectés en parallèle. Les réservoirs sont remplis de charbon actif. Si un adsorbant est saturé, le gaz résiduel est dirigé dans l'adsorbant adjacent. Pour la régénération, les solvants adsorbés sont tout d'abord désorbés en raison d'une augmentation de la température initiée par un apport de vapeur. Le mélange eau-solvant formé est ensuite condensé et séparé par séparation de phases. Des concentrations d'émission de 70 à 90 mg/m³ sont obtenues dans le gaz nettoyé.

[14, DFIU and IFARE, 2002]

6 REVÊTEMENT DES VOITURES

[13, DFIU and IFARE, 2002, 68, ACEA, 2004] [117, ACEA, 2005] [128, TWG, 2005]

6.1 Informations générales sur l'industrie automobile

6.1.1 Chiffres de production et de ventes

Ce chapitre aborde le revêtement à grande échelle des voitures particulières appartenant à la catégorie M1 (selon la Directive 70/156/CEE), et les mesures intégrées de protection de l'environnement qui sont appliquées. Le revêtement de certains véhicules N1 (fourgons) qui sont produits dans les mêmes installations peut être basé sur la technique appliquée aux voitures et utiliser des techniques de production similaires.

L'industrie automobile est l'une des principales industries manufacturières d'Europe. En 2005, l'ensemble de l'Europe (Russie comprise) a produit 20,8 millions de véhicules motorisés, faisant de l'Europe le plus grand constructeur au monde avec 39,6 % de la production mondiale. L'Europe de l'Ouest (UE-15 + AELE) a produit 16,5 millions de véhicules en 2005, ce qui représentait 32 % de la production mondiale. Environ 1,2 million de personnes sont directement employées dans le secteur de la construction automobile et 0,8 million dans la fabrication de composants d'automobiles (qui contribuent aux industries présentées dans les Chapitres 13 et 16), représentant 7 % de l'industrie manufacturière de l'UE-15 (2003). L'industrie européenne contribue à la balance commerciale de l'UE à hauteur de 33,5 milliards EUR.

L'Europe de l'Ouest a produit 14,3 millions de voitures particulières, dont environ 12,9 millions ont été construites par les membres de l'ACEA⁴, représentant un chiffre d'affaires de 45,2 milliards EUR. Il y a 154 usines de production automobile dans toute l'Europe (membres de l'ACEA : 106). Au sein de l'UE-25, 18 pays disposent d'usines de production automobile. Les plus grands constructeurs automobiles d'Europe sont énumérés dans le Tableau 6.1. Malgré cette situation générale dynamique, l'industrie est fortement compétitive, avec une surcapacité en Europe et une production se déplaçant vers l'Europe de l'Est (incluant le nouvel État membre de l'UE), ainsi que vers l'Asie. Des usines ferment ou réduisent leur production dans certains pays (voir Tableau 6.1 et les notes) [152, ACEA, 2006]

Capacité de montage en milliers d'unités		2004	Estimations pour 2009
1	Allemagne	6190	6398
2	France	4356	4500
3	Espagne ²	3329	3318
4	Royaume-Uni ²	2632	2613
5	Russie	1874	2113
6	Italie	1803	1802
7	Belgique	1133	1222
8	Turquie	1003	1105
9	Pologne ¹	847	654
10	République Tchèque ¹	534	854
Notes :			
(1) Changements d'ici 2009 : la Pologne sort du classement des dix premiers, la République Tchèque passe à la 9 ^{ème} place, et la Slovaquie à la 10 ^{ème} place avec 811 000 unités.			
(2) Depuis la parution de ce tableau, une usine de grande taille a fermé en 2005 au Royaume Uni, et une autre devrait fermer en 2007. D'autres usines devraient réduire leurs postes. Une usine en Espagne devrait réduire sa production vers 2007.			

Tableau 6.1 : Premiers constructeurs automobiles d'Europe
(Automotive News Europe 19 nov. 2004)

Les cycles d'investissement sont des facteurs clés pour les constructeurs automobiles. Il est clair que le meilleur moment pour faire des investissements environnementaux correspond au renouvellement de l'équipement dans un cycle normal d'investissement. En général, un investissement majeur ne peut pas être entrepris dans une installation existante, sauf lorsque des opportunités de modifications majeures des installations d'ateliers de peinture de carrosserie se présentent. Ces opportunités ont tendance à se produire après la durée de vie normale de l'atelier de peinture de carrosserie (entre 20 et 40 ans) et lors d'une variation d'échelon des volumes de production, qui est souvent associée au lancement d'un nouveau produit.

⁴ ACEA : Association européenne des constructeurs d'automobiles.

Les opportunités d'investissement des installations existantes sont limitées car l'investissement nécessaire en capital est extrêmement élevé, entre 100 et 500 millions EUR pour un atelier de peinture de carrosserie complet ou (si les contraintes de temps, d'espace, etc. le permettent) entre 15 et 35 millions EUR pour le remplacement d'une cabine de peinture. Ces investissements sont en général amortis sur 20 ans.

Le calendrier des investissements dépendra de plusieurs facteurs, tels que :

- * le programme du nouveau modèle
- * l'âge de l'équipement existant et de la conception en place
- * la disponibilité de temps et/ou d'espace pour une modernisation
- * l'ampleur de l'investissement
- * les investissements antérieurs.

L'âge moyen d'une voiture en Europe est de 8 ans, en roulant 15 000 km par an. La durée de vie de la carrosserie est une question majeure, et les améliorations de revêtement des carrosseries et des composants depuis plus de 20 ans ont joué un rôle majeur pour prolonger la durée de vie d'une voiture d'environ 5 ans, améliorant la durabilité de son cycle de vie.

La construction des automobiles représente une part significative de leurs consommations et de leurs émissions durant leur cycle de vie. La consommation d'énergie peut être de 5 à 15 % (selon différentes sources). Les émissions de solvants étaient d'environ 300 mg/m² dans les années 1970 et elles ont été constamment réduites grâce aux techniques abordées dans ce chapitre.

6.2 Procédés et techniques appliqués dans l'industrie automobile

6.2.1 Exigences en matière de qualité

Les carrosseries traitées des voitures, et par conséquent, les peintures doivent respecter les exigences suivantes :

- * une protection à long terme contre la corrosion, les intempéries, les éléments chimiques (par exemple les déjections d'oiseaux, les pluies acides), une protection contre le gravillonnage, le soleil, l'abrasion dans les stations de lavage auto, etc.
- * des propriétés optiques de surface idéales : poli, intensité des couleurs, pas de turbidité ni de défauts, et par conséquent une homogénéité et une cohérence dans la coloration et la formation d'effets (comme les finitions métallisées, etc.).

Ces conditions restrictives ne peuvent être remplies qu'en utilisant au moins trois, souvent quatre et peut-être même cinq couches de peinture conçues pour se compléter mutuellement. Celles-ci sont appliquées sur les pièces de carrosserie pressées et montées à partir d'acier prétraité pour accroître la résistance à la corrosion [59, EIPPCB, 2006]. En Europe, les étapes suivantes d'application des couches de peinture sont devenues prédominantes :

- * des prétraitements sont appliqués sur les pièces plastiques et les pièces de carrosserie assemblées à partir de métaux (par exemple l'acier est prétraité avec du phosphate pour augmenter la résistance à la corrosion à long terme)
- * un revêtement primaire par électrodéposition cathodique
- * une protection du soubassement de carrosserie/étanchéité des joints
- * une couche primaire
- * une couche de finition (peut être composée d'une couche de fond et d'une couche transparente)
- * la conservation des cavités et, si nécessaire, la protection lors du transport.

Le prétraitement consiste tout d'abord à éliminer les impuretés et les huiles des carrosseries pressées et à appliquer un traitement anti-corrosion au phosphate, qui favorise également l'adhérence ultérieure de la peinture. L'électrodéposition cathodique apporte une protection contre la corrosion aux zones intérieures et extérieures, incluant toutes les cavités, les zones de chevauchement et les connexions. La couche primaire offre des propriétés optiques (masquage de la subsurface, gradient), une protection contre le gravillonnage et régule la résistance d'adhérence. Les couches de finition peuvent être des systèmes à une couche ou à deux couches (couche de fond et couche transparente), par exemple avec des couleurs métalliques, des effets de peinture (brillant nacré) et parfois des peintures de couleur unie. La couche de finition apporte des propriétés optiques (poli, couleur, luminance) et offre une protection essentielle

contre les attaques chimiques et physiques de l'environnement (rayons solaires, pluie, produits chimiques, combustibles, stations de lavage auto, contraintes mécaniques). [76, TWG, 2004, 128, TWG, 2005]

6.2.2 Revêtements en série

Bien que les procédés de revêtements en série diffèrent d'une usine à l'autre (même lorsqu'elles appartiennent au même constructeur), il est possible de déterminer certaines propriétés communes. Les principales étapes sont le pré-nettoyage, la phosphatation, la passivation, le revêtement primaire par immersion cathodique, la protection du soubassement de la carrosserie et l'étanchéité des joints, l'application de la couche primaire, le séchage de la couche primaire, l'application de la couche de finition et principalement de la couche transparente (une ou deux couches), le séchage de la couche de finition, la conservation des cavités, et, si nécessaire, la protection lors du transport et la réparation de dommages éventuels sur la peinture avant le montage. En général, en Europe, les finitions à deux couches (une couche de fond et une couche transparente) sont préférées aux finitions à une couche. Un schéma de procédé général est illustré à la Figure 6.1.

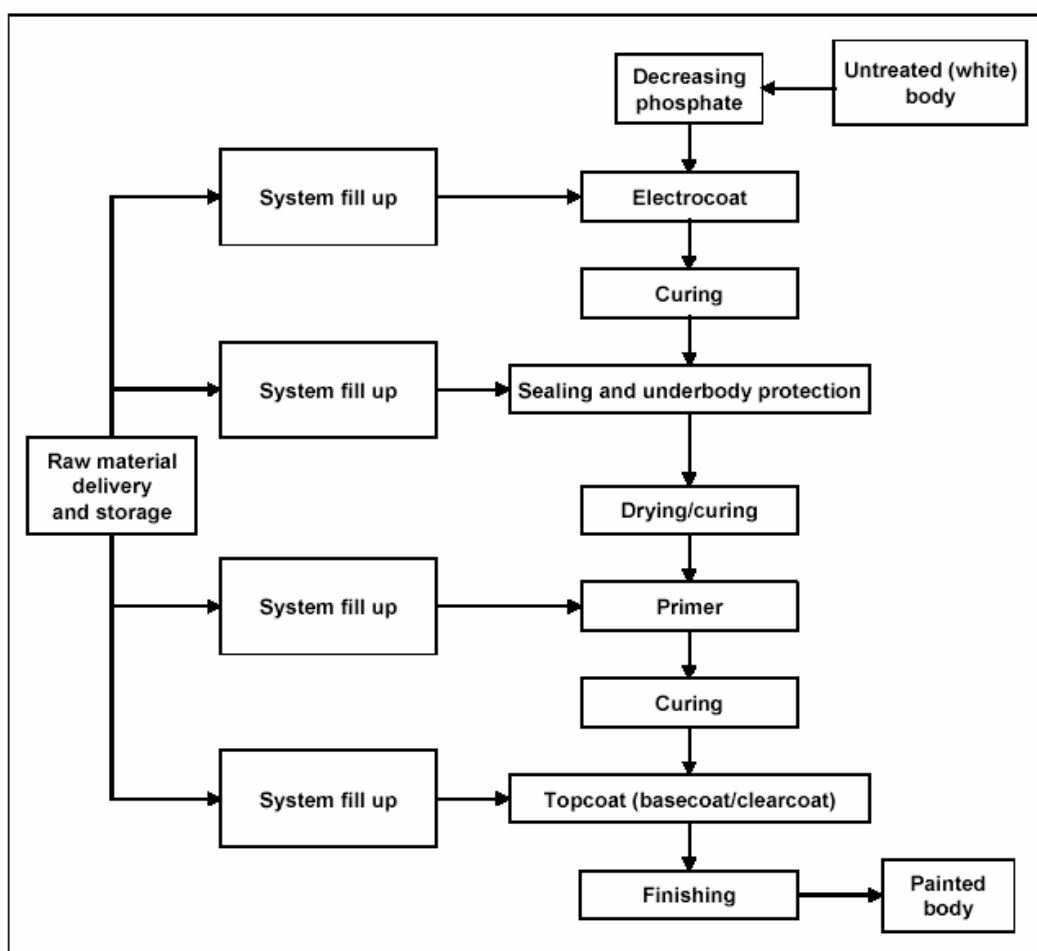


Figure 6.1 : Schéma d'un procédé classique de peinture de la carrosserie d'un véhicule [68, ACEA, 2004]

6.2.3 Produits de revêtement appliqués

Ceux-ci sont décrits dans les procédés de revêtement, voir Sections 6.2.4, 6.4.1 et 20.7.

6.2.4 Procédés de revêtement

6.2.4.1 Techniques d'application de revêtement

Les chaînes de peinture des carrosseries brutes (BIW)⁵ incluent les procédés d'électrodéposition (immersion cathodique), d'étanchéité, d'application de la couche primaire, d'application de la couche de finition et de cirage. Les procédés d'application de la couche primaire et de la couche de finition utilisent des techniques d'application par pulvérisation (principalement électrostatique pour les surfaces externes), qui ont lieu dans des cabines de pulvérisation spécialement conçues à cet effet, avec régulation du taux de poussières dans l'air, de la température et de l'humidité. Les zones de couche de finition sont en général munies de zones de pré-séchage pour optimiser la performance de la peinture. Le premier pré-séchage ayant lieu entre l'application de la couche de fond et celle de la couche transparente (pour les peintures à l'eau, le procédé est généralement accéléré par de l'air chaud et/ou des radiateurs infrarouges – « séchage forcé ») et le second après la couche transparente et avant l'entrée dans le four de séchage. La brume de pulvérisation de peinture est traitée au moyen d'un mélange minutieux d'air aspiré de la cabine de pulvérisation et d'eau (ou solution alternative) dans la machine de nettoyage située sous la grille de la cabine de pulvérisation [76, TWG, 2004, 128, TWG, 2005].

En matière de pulvérisation, les techniques de nébulisation les plus importantes sont [76, TWG, 2004] :

- * le pistolage à air comprimé (effets métallisés et habitacles par exemple)
- * le pistolage électrostatique à rotation rapide
- * le pistolage automatisé
- * le pistolage électrostatiquement assisté, à air comprimé
- * le pistolage à chaud
- * la nébulisation par méthode rotatoire
- * le pistolage sans air.

6.2.4.2 Description des étapes du procédé

Grâce à une recherche et à un développement intensifs (continus) de l'industrie automobile, diverses techniques avancées de revêtement sont utilisées partout en Europe. Elles sont décrites dans les paragraphes suivants. [76, TWG, 2004]

6.2.4.2.1 Prétraitement

Les techniques de prétraitement de dégraissage, de phosphatation et autres revêtements de conversion, et leur rinçage et autres techniques associées sont abordées dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006].

Lors de la première étape, les carrosseries brutes sont dégraissées, puis soigneusement rincées. Le dégraissage élimine les huiles, les graisses, les savons, les particules étrangères, les résidus du ponçage, les substances et autres contaminants. Il se fait à une température d'environ 50 à 60 °C en utilisant des agents nettoyants aqueux, alcalins qui peuvent contenir des phosphates et des agents tensioactifs.

La phosphatation s'ensuit, permettant de créer une couche de protection contre la corrosion et de stabilité d'adhérence du système de peintures. Une couche de phosphate d'une épaisseur d'environ 1,5 µm est réalisée par pulvérisation ou par immersion dans une solution à base d'eau. Elle peut contenir d'autres métaux, comme les systèmes trimétal, largement utilisés, contenant du zinc, du manganèse et du nickel, ainsi que du calcium, de l'acide phosphorique et des oxydants, comme le nitrite, le nitrate, le chlorate, le dioxyde d'hydrogène et le sel d'hydroxylamine qui agissent comme accélérateurs. Après un autre procédé de rinçage, la couche de phosphate peut être en plus passivée (par exemple avec une solution de Cr(VI) ou Cr(III)). On procède à un rinçage supplémentaire, que l'on termine à l'eau déminéralisée. La carrosserie phosphatée est en général séchée, à une température de 50 à 60 °C, et est immédiatement transférée dans la zone d'électrodéposition (voir Section 6.2.4.2.2).

Les eaux usées peuvent être traitées dans des stations de traitement des eaux usées classiques (pour plus d'informations, se référer au BREF STM [59, EIPPCB, 2006]).

Les boues qui se forment dans les solutions de procédé doivent être éliminées dans le cadre de la maintenance de la solution et traitées comme des déchets [76, TWG, 2004].

⁵ BIW est un terme standard dans ce secteur qui désigne la carrosserie métallique nue du véhicule avant qu'elle ne soit dégraissée, enduite et peinte.

6.2.4.2.2 Électrodéposition

Ce procédé a diverses dénominations : dépôt électrolytique, immersion cathodique, peinture électrophorèse, etc. De nos jours, l'électrodéposition est utilisée presque partout en Europe pour le revêtement primaire des voitures particulières, en raison des exigences élevées de qualité pour la protection contre la corrosion. La peinture à base d'eau est appliquée par immersion et contient en général environ 14 à 22 % (m/m) de solides et environ 2 à 6 % (m/m) de solvants, et les pigments ne contiennent pas de plomb. Les solides se composent généralement de latex polymère dispersé dans une base d'acide acétique (appelée ultrafiltrat, voir ci-dessous) et sont appliqués par processus similaire au dépôt électrolytique.

Les particules de peinture qui n'ont pas été électriquement déposées sont éliminées par rinçage à l'ultrafiltrat. Pour réduire au maximum les pertes de peinture, des systèmes de rinçages multiples (rinçages en cascade) sont utilisés et les solides et le liquide sont régénérés par ultrafiltration. Le composant à haut extrait sec est renvoyé dans un bain d'immersion réalisant un circuit fermé pour les solides (des informations supplémentaires se trouvent dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006]). L'électrodéposition nécessite un durcissement, par exemple à 150 – 180 °C. Des matériaux à cuisson basse température sont en cours de développement. À l'exception de la correction de petites imperfections, la couche d'impression n'est pas poncée par la suite.

Les eaux usées provenant du rinçage peuvent être traitées dans des stations de traitement des eaux usées classiques [76, TWG, 2004] (pour plus d'informations, se référer au BREF STM [76, EIPPCB, 2004]).

6.2.4.2.3 Étanchéité des joints et protection du soubassement de la carrosserie

Avant d'appliquer la couche primaire, les joints et les plis doivent être étanchéisés. Cela se fait en partie manuellement et en partie par automatisation en utilisant divers matériaux PVC appliqués au moyen de pistolets spéciaux. Le revêtement ultérieur de protection du soubassement de la carrosserie se compose de plastisols PVC (100 à 1200 µm) ou de polyuréthane. En général, il est appliqué par des robots utilisant des techniques sans air. Une protection anti-gravillonnage supplémentaire est aussi appliquée en partie sur les zones critiques par jet précis de projection sans air. Parfois, les matériaux destinés à la protection du soubassement et à la protection anti-gravillonnage ainsi qu'à l'étanchéité des joints et des cavités sont appliqués à des stades ultérieurs de la production, parfois après avoir appliqué la couche supérieure à la section de montage final.

Dans une usine en Allemagne, l'application de la protection du soubassement est réalisée par des robots et est en partie exécutée sur des carrosseries de voiture tournées. Cette technique ne peut être appliquée qu'avec une structure de soubassement appropriée et des poutres longitudinales stables. Elle présente les avantages de réduire la surpulvérisation en raison de l'utilisation d'une pression de pulvérisation plus faible et de produire un revêtement uniforme et reproductible. De plus, elle présente des avantages ergonomiques pour les opérations manuelles ultérieures (Volkswagen AG, Wolfsburg).

Les matériaux d'étanchéité et de protection du soubassement sont dans certains cas séchés/durcis avant tout autre traitement. Cependant, le durcissement est de plus en plus souvent effectué dans les fours primaires, pour économiser de l'énergie.

Avant l'application de la couche primaire, la carrosserie est nettoyée avec un chiffon anti-poussière, en soufflant de l'air ionisé ou, de plus en plus, avec des rouleaux de plumes d'émeus, car les particules peuvent encore avoir un effet néfaste sur la future couche de finition.

6.2.4.2.4 Application de la couche primaire

La couche primaire a les fonctions suivantes :

- * remplissage des petites irrégularités de la subsurface et préparation de l'application de la couche de finition
- * garantie de stabilité d'adhérence et réalisation de l'épaisseur de couche nécessaire pour obtenir la qualité désirée
- * protection contre le gravillonnage
- * protection UV pour les couches sous-jacentes à électro-immersion.

Outre les couches primaires traditionnelles contenant des solvants, des couches primaires à base d'eau sont aussi utilisées. Dans le secteur des primaires, les revêtements de la surface extérieure sont en général appliqués électrostatiquement par des nébuliseurs à rotation rapide et, si nécessaire, la couche primaire est appliquée manuellement à certains endroits (comme les sections intérieures). Après le passage dans une zone de pré-séchage court pour éliminer le solvant, les carrosseries apprêtées atteignent le siccatif (jusqu'à 140 - 160 °C : cette température doit être inférieure à la température d'électrodéposition).

Il est possible de réduire la consommation de la couche de fond suivante en ajustant la couleur du primaire à celle de la couche de fond. Dans certains cas, la couche de fond peut être abandonnée complètement pour ce qui est des applications intérieures.

Pendant quelques années, des couches primaires à revêtement en poudre ont été utilisées aux États-Unis et en Autriche (DaimlerChrysler, Graz). Mais des expériences réalisées sur le long terme ont montré que ce moyen ne permettait pas d'obtenir la qualité de surface requise (cela est dû, entre autres, à l'importante épaisseur de couche) et que la consommation de matières était élevée. Cependant, une usine en Europe utilise actuellement avec succès des primaires en poudre de cinq à six couleurs. Les revêtements en poudre mélangés à l'eau (pâtes de poudre) et traités comme la peinture liquide sont toujours en phase de développement. Ils sont actuellement utilisés dans les couches de finition (voir Section 6.4) [76, TWG, 2004].

6.2.4.2.5 Nettoyage

Avant d'appliquer la couche de finition, un nettoyage complet est absolument nécessaire. Les procédés suivants sont couramment utilisés : air ionisé, soufflante, époussetage à plumeau, nettoyage complet de la carrosserie avec procédés de séchage et de refroidissement [76, TWG, 2004].

6.2.4.2.6 Types de couches de finition et leur application

Les couches de finition peuvent comprendre 1 couche, 2 couches ou plus.

Couche de finition à 1 couche

Ce procédé n'est actuellement utilisé que dans des cas spéciaux de couleurs unies et, même dans ces cas, du fait de la durabilité et de la qualité optique de surface, on applique de plus en plus souvent des revêtements à 2 couches ou plus. Pour le revêtement de véhicules commerciaux légers, les couches de finition à 1 couche sont encore courantes, car les clients exigent des couleurs spéciales.

Les couches de finition à 1 couche peuvent aller des systèmes classiques de cuisson alkyle, polyester ou acrylate à 1 composant, à des peintures à 1 ou 2 composants à réticulation plus élevée, souvent avec une réticulation isocyanate.

Ces systèmes existent pour les peintures se diluant dans l'eau ainsi que pour les peintures contenant des solvants. Seuls des composants extrêmement légers et résistants aux intempéries sont utilisés comme pigments.

Le matériau de couche de finition est appliqué principalement avec des nébuliseurs à rotation rapide, automatiques et assistés électrostatiquement, permettant des changements rapides de couleur en seulement quelques secondes. Le pré- ou post-pistolage des parties difficiles d'accès se fait manuellement (commande pneumatique). L'épaisseur requise de la couche de revêtement sèche (finition à 1 couche) de 35 à 50 µm est obtenue en une ou deux étapes, avec des périodes courtes de pré-séchage intermédiaire si nécessaire). Ensuite, le revêtement est chauffé à environ 130 – 140 °C (en fonction du liant) dans le sécheur correspondant.

Couche de finition à 2 (ou 3) couches

Dans la couche de finition à 2 couches, une couche de fond de coloration est appliquée et est ensuite couverte d'une couche transparente. Les couleurs unies sont par conséquent plus attrayantes car elles gagnent en intensité optique ; le revêtement est considérablement plus durable. Les revêtements à effets et les revêtements métalliques sont appliqués en deux étapes : premièrement, par cloche électrostatique à rotation rapide ; deuxièmement, par commande pneumatique ou électropneumatique.

La couche de fond a une épaisseur de seulement 12 à 35 µm. L'épaisseur effective dépend de l'efficacité du masquage de la coloration. Différentes couleurs de primaire peuvent être utilisées pour augmenter la capacité de masquage. Les couches de fond à couleur nacrée contenant des lueurs ou autres pigments à effets spéciaux ne masquent généralement pas et nécessitent donc une couche de fond supplémentaire en

tant que subsurface. Il s'agit en général d'une couche de fond blanche, bien que pour accentuer les effets d'interférence, des couches de fond foncées soient aussi utilisées (finitions 3 couches). D'autres techniques d'effets récentes, comme la coloration des couches de fond ou des couches transparentes avec des couleurs solubles ou l'utilisation de couches transparentes contenant du fluor (plus fortement anti-salissant) ne sont que brièvement mentionnées ici.

Contrairement aux couches primaires et aux couches de fond, il n'y a pas d'alternatives à base d'eau largement utilisées pour les couches transparentes traditionnelles. Les proportions de solvant des couches transparentes traditionnelles s'élèvent à environ 53 à 57 %. Les revêtements à haut extrait sec ont une teneur en COV de 37 à 42 %. De nombreux constructeurs utilisent des couches transparentes à base de solvants à 2 composants avec une teneur en matières non volatiles élevée de 60 à 75 % (à haut extrait sec). Cette couche est d'abord de couleur blanc-lait, puis elle s'éclaircit en séchant et prend enfin sa couleur définitive. Des liants et des systèmes de durcissement modifiés, ainsi que de nouvelles techniques de mélange des composants visant à permettre l'utilisation de couches transparentes à 2 composants sont actuellement en cours de développement pour réduire les émissions provenant de ces produits.

Au début, les surfaces internes des portes, des compartiments moteur, des hayons et, si nécessaire, de l'intérieur, sont peints soit manuellement, soit par des robots. Après les couches de fond de couleur unie, les couches transparentes et les couches de fond à effets (dans ce dernier cas, seulement le premier procédé de pulvérisation) peuvent être appliquées, principalement avec des appareils à rotation rapide, assistés électrostatiquement, ou avec des pistolets pneumatiques. Lors de l'utilisation d'un appareil assisté électrostatiquement pour l'application de revêtements métalliques et nacrés, un revêtement supplémentaire appliqué par commande pneumatique est nécessaire.

Lors de l'utilisation d'une couche de fond à base d'eau, une étape intermédiaire de séchage est nécessaire. Pour les couches de fond traditionnelles, une courte période de séchage à circulation d'air (la technique dite « humide sur humide ») suffit.

Les revêtements colorés (principalement les couches de fond) requièrent des changements de couleur. Les blocs de couleur correspondent souvent à moins de deux voitures en moyenne. Même lorsque les meilleures techniques de récupération sont en place, la purge/le rinçage des cloches et des pistolets contribuent de façon significative aux émissions lorsque des peintures à base de solvants sont utilisées. Pour les revêtements à base d'eau, les liquides de purge contiennent généralement 90 % d'eau [76, TWG, 2004].

6.2.4.2.7 Séchage et durcissement

Le séchage accélère l'évaporation des solvants contenus dans la couche de peinture appliquée et entraîne le durcissement de la couche de peinture par des réactions chimiques. On peut distinguer trois types de séchages :

- * le séchage physique : le matériau de revêtement est appliqué à l'état liquide et se solidifie en une couche solide par évaporation des solvants
- * le durcissement chimique : le film qui est en général déjà solidifié par un séchage physique est réticulé par réactions chimiques. Ces réactions se produisent à températures plus élevées et nécessitent, par conséquent, un apport thermique spécifique. Un apport de chaleur supplémentaire peut accélérer le procédé de réaction dans certaines limites
- * le durcissement par séchage par réaction : deux composants réactifs ou plus sont mélangés dans des proportions prédéfinies avant ou durant l'application et ils forment par réaction chimique un film solide. Les systèmes peuvent être à base de solvants ou sans solvants. En général, la réaction commence à température ambiante et peut également être accélérée par chauffage.

En pratique, des sècheurs par convection, des sècheurs par rayonnement ou une combinaison des deux systèmes sont utilisés, en fonction des exigences de qualité du revêtement. Les carrosseries des voitures, chauffées durant le procédé de séchage, doivent en général être refroidies avant tout autre traitement. Par conséquent, elles sont refroidies avec de l'air dans des zones de refroidissement.

6.2.4.2.8 Conservation des cavités

La conservation des cavités consiste en l'application d'une couche de cire scellée dans les cavités (présentes pour permettre le montage) des poutres et des portes de la carrosserie pour les protéger contre la corrosion. Elle peut être exécutée selon les deux techniques suivantes :

* pistolage : pour chaque cavité, il y a au moins un orifice d'application (de 40 à 50 orifices de ce type dans une carrosserie). Un dosage reproductible est possible grâce à la pré-programmation du volume appliqué. La technique du pistolage utilise en général un matériau ayant une teneur en cire de 60 à 70 %, qui peut se trouver dans une émulsion aqueuse. Le pistolage se fait à température ambiante, suivi par un passage au four pour liquéfier la cire qui doit couler dans toutes les zones

* noyage avec de la cire chaude sans solvants : la cire chaude (paraffine à 120 °C) est injectée dans les cavités avec des buses automatiquement rechargées. Les cavités sont remplies en fonction des spécifications. Après le procédé de noyage, l'excédent de cire s'écoule par des ouvertures jusqu'au bassin de noyage et est réutilisé dans le circuit d'alimentation en cire. La carrosserie est chauffée avant le noyage (50 à 80 °C) afin d'obtenir une couche résiduelle aussi mince que possible. Cette technique est sans solvants.

6.2.4.2.9 Réusinage

Malgré toutes les mesures élaborées pour prévenir des problèmes de poussière, les défauts de revêtement (poussières séchées dans les couches, dommages mécaniques, substances qui interfèrent avec le mouillage, etc.) ne peuvent pas être complètement évités. Les défauts sont rectifiés par ponçage immédiat de la zone concernée, et un revêtement complet ou partiel est appliqué en fonction de l'étendue du défaut.

6.2.4.2.10 Protection lors du transport

Pour protéger le véhicule lors de son transport, diverses méthodes sont utilisées. La majorité des constructeurs appliquent une couche de protection de cire : elle peut être à base de solvants ou à base d'eau. La teneur en solvants (environ 70 %) dépend en général de la protection anti-corrosion requise et dans une certaine mesure de l'âge des installations d'application disponibles. Ces installations d'application de cire ne font pas partie intégrante de la chaîne de peinture et peuvent se trouver après le montage final du véhicule. Si une cire à base d'eau est utilisée, un séchage forcé est nécessaire. De plus en plus, les aluminiums sont utilisés pour la protection lors du transport ou cette étape est complètement omise. [76, TWG, 2004]

6.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels de l'industrie automobile

Les informations des constructeurs automobiles sur les chiffres des émissions massiques de COV provenant des ateliers de peinture individuels sont généralement comparables dans toute l'Europe car elles sont normalisées par rapport à la DES. Cependant, les données provenant de sources comme les fournisseurs de matériaux/équipements ou de sources externes à l'UE peuvent ne pas être comparables du fait de différences techniques (par exemple, changement de couleur, solvants de nettoyage). D'autres consommations et émissions ne sont pas directement comparables en raison des interprétations divergentes du terme « installation » au sens de l'IPPC au sein des États membres. Néanmoins, l'approche intégrée de l'IPPC est très importante et les impacts de chaque technique sur d'autres émissions et des émissions sur d'autres milieux doivent également être étudiés avec soin.

6.3.1 Bilans massiques

Aucune donnée fournie.

6.3.2 Consommations

6.3.2.1 Matériaux

Le Tableau 6.2 présente la consommation de peinture en grammes par m² peint de surface de la carrosserie, où les émissions de COV et la surface sont mesurés selon les techniques décrites en détail dans l'Annexe 24.5. La consommation dépend des différents systèmes de peinture et des différents systèmes d'application, etc. Il est à noter que ce tableau n'est donné qu'à titre d'information, et qu'il ne peut être utilisé comme « liste de sélection » pour choisir un système de peinture sur la base de l'efficacité de consommation uniquement. Le procédé de peinture de chaque installation est très complexe et entièrement intégré. Il comprend de nombreuses étapes ; chaque étape influence les autres et différents chiffres s'appliquent en fonction des techniques d'application. Il est donc impossible de prendre des décisions sur les meilleures options en sélectionnant les étapes individuellement.

Matériaux de peinture ⁽⁴⁾	Consommation spécifique de matériau (g de peinture/m²) ^{(1) (6)} <i>sauf ⁽³⁾</i>
Électrodéposition : à base d'eau, 5 % (m/m) de solvants organiques, extrait sec de 14-18 %	70-80
Couche primaire : à base de solvants, 45 % (m/m) de solvants organiques, application par pistolage assisté électrostatiquement	10-15
Couche primaire : à base d'eau, 8 % (m/m) de solvants organiques, extrait sec de 50-55 %, application par pistolage assisté électrostatiquement	10-20
Couche de finition à 1 couche : à base de solvants, 45 % (m/m) de solvants organiques, application par pistolage assisté électrostatiquement	35-60
Couche de fond : à base de solvants, 75 % (m/m) de solvants organiques ⁽⁵⁾ , application par pistolage assisté électrostatiquement (60 %) et par pulvérisation d'air comprimé (40 %) ⁽⁵⁾	45-55 ⁽²⁾
Couche de fond : à base d'eau, 13 % (m/m) de solvants organiques, extrait sec de 17-35 %, application par pistolage assisté électrostatiquement (60 %) et par pulvérisation d'air comprimé (40 %)	45-60 ⁽²⁾
Couche transparente : à base de solvants, 45 % (m/m) de solvants organiques, application par pulvérisation assistée électrostatiquement	20-30
Couche transparente : à base d'eau, 14 % (m/m) de solvants organiques, extrait sec de 42-49 %, application par pistolage assisté électrostatiquement	35-45
Couche transparente : pâte de poudre, environ 1 % (m/m) de solvants organiques, extrait sec de 38 %, application par pistolage assisté électrostatiquement	42-46
Couche transparente : à base de poudre, sans solvants, application par pistolage assisté électrostatiquement	100-110
Protection du soubassement de la carrosserie et étanchéité des joints	6-12 kg/carrosserie de voiture ⁽³⁾
Protection lors du transport et de la livraison	6
⁽¹⁾ Zone d'électrodéposition telle que définie dans la DES. Cette unité est valable pour tous les systèmes de peinture cités à l'exception de la protection du soubassement et de l'étanchéité des joints. Pour cette dernière aucune unité liée à la surface ne peut être fournie. ⁽²⁾ Pour les couches de fond ayant un extrait sec de 20-25 % (m/m) durant le traitement. ⁽³⁾ kg/carrosserie de voiture et non g/m ² . ⁽⁴⁾ Les applications électrostatiques devraient avoir des taux d'application plus élevés et les applications pneumatiques plus faibles. ⁽⁵⁾ Les pourcentages se rapportent à la proportion de l'épaisseur du film atteinte par le film de couche de fond appliqué : 60 % se rapportent à l'utilisation de cloches électrostatiques à rotation rapide (par exemple 9 µ) contre 40 % par pistolet pneumatique (par exemple 6 µ). Les réparations par pulvérisation pneumatique montrent des différences visibles de finitions métalliques appliquées par revêtement électrostatique, donc le revêtement en série utilisant des pistolets pneumatiques facilite les réparations pendant la durée de vie. ⁽⁶⁾ Mesurée en fonction des techniques décrites en détail dans l'Annexe 24.5.	

Tableau 6.2 : Consommation de peinture spécifique de plusieurs systèmes de peinture
[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

6.3.2.2 Eau

Les principaux domaines utilisant de l'eau sont :

- * le prétraitement (dégraissage)
- * les revêtements de conversion (phosphatation et passivation)
- * l'électrodéposition
- * l'épuration de l'air aspiré de la cabine de pulvérisation.

La première utilisation de l'eau est le rinçage des matériaux avant le procédé suivant : une petite quantité est utilisée pour compenser l'évaporation et produire de nouvelles solutions. La gestion de l'eau et les techniques d'économie sont décrites en détail dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006]. Ces techniques comprennent le rinçage en plusieurs étapes, les techniques de réduction maximale de l'utilisation de l'eau, la récupération de l'eau et des matières premières, et sont également applicables à l'électrodéposition. Les

plages de consommation associées aux MTD données dans le BREF STM sont de 3 à 20 l/m²/étape de rinçage.

Le département de peinture d'une grande compagnie allemande a réduit sa consommation d'eau d'environ 70 %, atteignant 3 litres/m², grâce à l'utilisation de toutes les techniques possibles d'économie d'eau, comme les circuits fermés et les systèmes en cascade à étapes multiples dans les zones de rinçage du prétraitement et dans les installations primaires d'électrodéposition. Une nouvelle installation de phosphatation a été mise en place. En supposant l'utilisation de trois étapes de rinçage (une pour le dégraissage, une pour la phosphatation et une pour l'électrodéposition), la plage de consommation associée aux MTD donnée dans le BREF STM serait alors de 9 à 60 l/m².

Les cabines de pulvérisation ont un rideau d'eau qui capte le brouillard de pistelage. Il s'agit normalement de circuits fermés d'eau circulant dans la zone, avec coagulation de peinture. Les déchets sont des coagulants ressemblant à des boues et très peu d'eau usée est générée. Les cabines de pulvérisation doivent être vidées régulièrement pour être nettoyées, et nécessitent une petite quantité d'eau pour remplacer les pertes dues à l'évaporation.

L'eau peut être utilisée pour le refroidissement. Ce point est abordé dans le BREF CV [126, EIPPCB].

6.3.2.3 Énergie

Consommation classique d'énergie des ateliers de peinture de voitures	
Capacité de production	200 000 voitures/an
Système de revêtement	Remplissage et couche de fond à base d'eau, couche transparente 2K à base de solvants
Consommation d'énergie d'un atelier de peinture	Plage des unités
Consommation d'énergie totale (usine)	380 000 – 580 000 MWh
Consommation d'énergie d'un atelier de peinture (60 % de gaz)	160 000 – 240 000 MWh
Consommation d'un atelier de peinture en % de l'énergie totale de l'usine	38 -52 %
Consommation d'énergie des procédés de peinture	Plage
Prétraitement	7 – 11 %
Électrodéposition	10 – 15 %
Étanchéité des joints/protection du soubassement de carrosserie	12 – 18 %
Remplissage	12 – 18 %
Couche de fond	15 – 22 %
Couche transparente	22 – 33 %
Étanchéité des cavités	2 – 2 %
Total	80 – 120 %
Sources : Ökobilanz Lackprozess (2003) (Krinke), Pers. Mittl. Hr. Engelmann, oct. 2005, ACEA 2005	

Tableau 6.3 : Consommation classique d'énergie des ateliers de peinture de voitures [128, TWG, 2005]

Le procédé de peinture est l'une des étapes de la production de véhicules qui consomme le plus d'énergie et celle qui a probablement l'impact le plus significatif sur l'environnement lorsque l'on considère l'utilisation de solvants et les émissions. Le Tableau 6.3 donne les valeurs classiques des ateliers de peinture de voitures, et montre que la consommation d'énergie est égale à 38 - 52 % de la consommation d'énergie de toute l'usine de montage (en excluant d'autres activités de production parfois situées dans la même usine, comme les fonderies, la fabrication du bloc-moteur et la production d'autres composants de production). Les détails de la consommation d'énergie pour une séquence spécifique de procédés et pour des étapes individuelles du procédé dépendent du type de procédé et des capacités individuelles de la chaîne de production. De ce fait, il est souvent impossible de comparer les données, même entre différentes chaînes de production sur le même site. Il n'existe souvent pas de données détaillées ou elles ne sont pas publiées.

6.3.3 Émissions

6.3.3.1 Émissions dans l'air

Dans la construction automobile, les COV représentent la source d'émissions la plus importante. L'activité émet des COVNM provenant des cabines de pulvérisation, des fours de séchage et du nettoyage de l'équipement d'application. Les émissions de COVNM de ce secteur peuvent varier de façon significative d'un pays à l'autre. Au niveau de l'UE-25 pour l'année 2000 (selon le modèle RAINS), les émissions de COVNM s'élevaient à 74,2 kt, soit 0,7 % des émissions totales de COVNM. L'activité totale correspondait à 18 367 150 véhicules traités, et le facteur d'émission moyen s'élevait à environ 4 kg de COVNM/véhicule, ce qui signifie que les émissions générées par ce secteur sont déjà partiellement traitées* dans l'UE-25 (le facteur d'émissions non traitées* est spécifique à chaque pays et peut atteindre 10 kg/véhicule). Ce chiffre correspond à une moyenne UE-25 d'environ 40 - 67 g de COV/m², contre environ 100 - 167 g de COV/m² dans une situation non traitée (les deux plages dépendent de la taille du modèle). L'industrie a investi de façon significative dans des activités de réduction des solvants et avant l'introduction des mesures de réduction (par exemple dans les années 70), les niveaux courants d'émissions se situaient entre 200 et 300 g/m² (mesurés conformément à la DES) [117, ACEA, 2005]. (*Traité/non traité renvoie dans ce contexte non seulement aux traitements des gaz résiduels mais aussi à toutes les autres mesures de réduction des émissions de COV). Les émissions et surfaces sont calculées conformément à l'Annexe 24.5.

La DES a fixé une limite d'émission massiques de COV pour les installations de peinture de véhicules de 60 g/m² pour les installations existantes et de 45 g/m² pour les nouvelles installations. La date d'échéance accordée aux installations existantes pour atteindre la limite d'émissions massiques est le 31 octobre 2007. Début 2005, 27 usines en Europe fonctionnaient au-dessus de la limite de 60 g/m² et disposaient de programmes de modernisation pour atteindre la limite dans les délais [117, ACEA, 2005].

La majorité des États membres appliquent les limites de la DES, mais dans certains États membres les limites d'émission appliquées sont inférieures. L'Allemagne, par exemple, a une longue tradition de mise en œuvre de la législation COV, et elle a exigé de l'industrie qu'elle réduise les émissions sur 20 ans de 60 à 35 g/m² pour les revêtements à haut extrait sec. Une législation similaire est en vigueur en Autriche et en République Tchèque [128, TWG, 2005].

En général, l'application et le séchage de la couche primaire et de la couche de finition/couche transparente contribuent à environ 80 % des émissions de COV provenant du secteur de la peinture de la construction automobile. Les retouches apportées aux couches de finition (rectification), les procédés de nettoyage ainsi que les sources additionnelles (par exemple le revêtement de petites pièces, l'application de la protection du soubassement) sont responsables des 20 % restants. Environ 70 à 90 % des émissions totales de COV générées durant l'application et le séchage proviennent de la cabine de pulvérisation ; les 10 à 30 % restants proviennent du sècheur. Les pourcentages indiqués dépendent en général des types de solvant utilisés, des systèmes de peinture et du facteur de rendement d'application de la technique. L'air rejeté par le sècheur, chargé en COV, est envoyé dans un système d'épuration thermique des gaz résiduels.

Les chiffres fournis dans cette section se rapportent à la surface d'électrodéposition de la carrosserie de la voiture (voir Annexe 24.5) dont la surface totale est en général de 65 – 95 m² (voiture familiale petite à moyenne), et où la couche primaire, la couche de fond et la couche de finition sont appliquées sur une surface peinte d'environ 10 – 15 m². Les émissions spécifiques moyennes actuelles de composés organiques volatils provenant de l'industrie automobile allemande sont d'environ 35 – 45 g/m² par surface d'électrodéposition. Cela correspond à une consommation moyenne de solvant de 2,5 à 4 kg par véhicule (en fonction de chaque modèle et des exigences individuelles). L'Autriche estime les émissions de COV à 21 – 27 g/m², et à environ 1,8 kg par véhicule avec 40 – 80 mg de NO_x/Nm³, 25 – 80 mg de CO/Nm³ et moins de 3 mg de particules (TPB)/Nm³. De même pour l'industrie automobile européenne, les valeurs d'émissions atteignent entre 35 et 45 g/m², et proviennent en particulier des usines en Suède et aux Pays-Bas ainsi que de certaines usines en Belgique, au Royaume-Uni, en France, en Italie, au Portugal et en République Tchèque. Cependant, ce niveau n'a pas été atteint par de nombreuses usines en Europe, où les émissions de COV atteignent des valeurs situées entre 60 et 120 g/m². La Figure 6.2 montre la plage des émissions de COV de 65 ateliers de peinture en Europe.

Pour deux compagnies majeures (une en Suède et l'autre en Allemagne), les émissions sont substantiellement inférieures (10 g/m² ou moins). Ce sont des installations nouvelles (ou récentes) utilisant une combinaison de sites vierges ou complètement reconstruits, de techniques vertes innovantes

et/ou de techniques qui produisent des finitions qui ne remplissent pas les exigences de qualité des autres constructeurs en ce qui concerne la finition, la durabilité, la résistance chimique, etc. [128, TWG, 2005]

Outre les émissions de COV, les particules de peinture (contenant probablement des métaux lourds) doivent également être prises en compte. Les émissions de particules provenant de la surpulvérisation sont en général inférieures à 5 mg/Nm³, ce qui est possible grâce à l'utilisation de séparateurs humides et de séparateurs à sec dans les cabines de pulvérisation.

L'efficacité de l'élimination des émissions de COV dépend des techniques utilisées, ce qui inclut le rendement de l'application, la teneur en COV de la peinture, la capture de la vapeur et le traitement des gaz résiduels, voir Section 20.11.4. Après un traitement thermique, des concentrations de gaz nettoyé de 10 mg de C/m³ sont souvent atteintes. Une rentabilité relativement élevée est atteinte pour la première moitié des émissions de COV, ce qui réduit souvent le reste. Les rendements de l'oxydation thermique sont de 90 % pour les fours de séchage. Lorsque celle-ci est combinée à une absorption de carbone, les émissions s'élèvent à 80 % pour l'application de primaire, 70 % pour la couche de fond et 75 % pour la couche transparente [68, ACEA, 2004, 128, TWG, 2005]. Pour le traitement des gaz résiduels en Allemagne (incinération) des valeurs d'émission largement au-dessous de 10 mg de C/Nm³, et pour les NO_x et le CO d'environ 100 mg/m³, sont atteintes, bien que la température d'incinération ait été abaissée de 730 à 700 °C et que la consommation d'énergie ait été réduite.

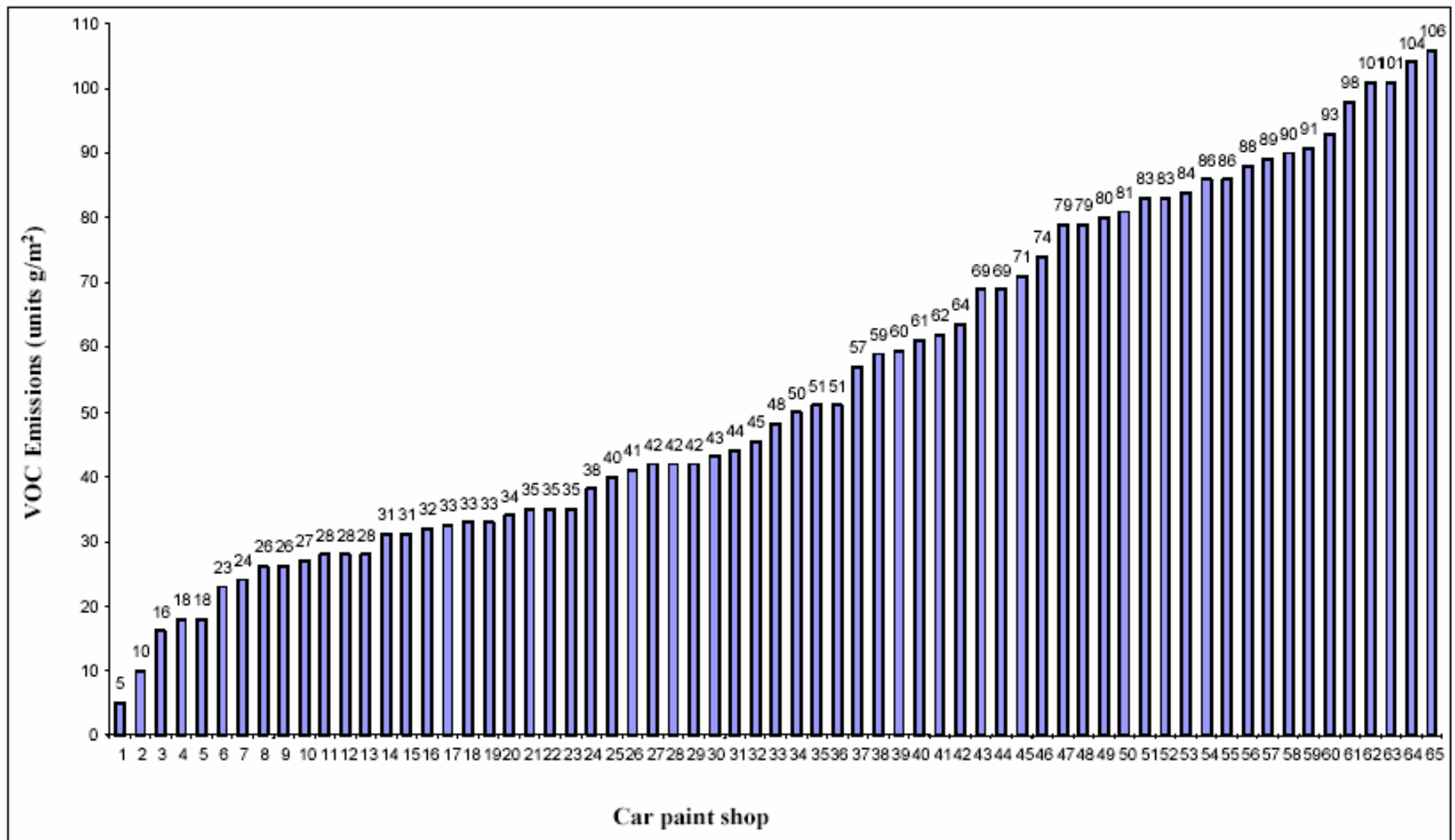


Figure 6.2 : Plage des émissions de COV de 65 ateliers de peinture de voitures en Europe [68, ACEA, 2004]

6.3.3.2 Émissions dans l'eau

Eaux usées provenant du prétraitement et de l'immersion de la couche primaire

Les eaux usées proviennent du prétraitement des carrosseries par dégraissage, phosphatation, passivation et aussi du procédé d'électrodéposition du primaire. Ces eaux usées proviennent principalement du rinçage des carrosseries entre les traitements, éliminant ainsi les matériaux du procédé précédent. Les étapes du prétraitement (dégraissage), les revêtements de conversion et la passivation, ainsi que la gestion de l'eau et les techniques d'économie applicables à tous sont décrits en détail dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006]. Ces techniques comprennent le rinçage en plusieurs étapes, les techniques de réduction maximale de l'utilisation de l'eau, la récupération de l'eau et des matières premières, et sont également applicables à l'électrodéposition.

L'électrodéposition peut fonctionner avec des rinçages multiples (en cascade), avec une séparation et une récupération des solides de la peinture et du liquide (ultrafiltrat) qui sont renvoyés au rinçage. Bien qu'il s'agisse en général de circuits fermés pour les résidus solides de peinture, une certaine quantité d'eau de rinçage peut être perdue (contenant des traces de peinture, des solvants à base d'eau, etc.) et un nettoyage périodique est nécessaire. Actuellement, l'électro-immersion sans plomb est considérée comme une bonne pratique. Cependant, de nouvelles matières à risque, par exemple des composés organostanniques, apparaissent avec certains produits sans plomb et peuvent se retrouver dans le traitement des eaux usées.

Les eaux usées sont traitées dans une installation de traitement des eaux usées puis envoyées dans une station d'épuration des eaux usées municipale pour un traitement supplémentaire qui est décrit en détail dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006], avec les valeurs d'émissions associées aux MTD.

Eaux usées provenant des procédés de revêtement

Généralement, le reste des eaux usées est généré par le nettoyage humide du brouillard de pistolage et sont :

- * un mélange de peinture, d'eau et de résidus d'agents coagulants
- * un mélange de peinture, d'eau et de solvants généré par le nettoyage des unités de nébulisation et des conduits d'approvisionnement en peinture
- * un mélange de peinture et d'eau généré par le nettoyage des cabines de pulvérisation de peinture.

Lors de la pulvérisation de peinture dans les cabines de pulvérisation, un brouillard de pistolage est généré et est capté par des nettoyeurs humides. Cela est nécessaire pour réduire au maximum les émissions de peinture sous forme de matières particulaires. L'eau de ces épurateurs recircule en circuit fermé, et les dépôts de peinture sont séparés et doivent être dégagés périodiquement à des fins de maintenance. Les mêmes méthodes sont utilisées pour la séparation à la fois des peintures à base de solvants et des peintures à base d'eau.

Les solvants organiques contenus dans les peintures à base de solvants sont dans la majorité des cas très volatils et ont une faible solubilité dans l'eau. Les peintures à base d'eau ont une proportion de solvants nettement inférieure, qui est quasiment complètement soluble dans l'eau. Si ces solvants ont une pression de vapeur très basse, ils peuvent s'accumuler dans l'eau. Les solvants des peintures à base d'eau s'accumulent dans l'eau circulant dans les cabines de pulvérisation uniquement jusqu'à l'état d'équilibre (les concentrations habituelles sont d'environ 0,5 %). L'eau de rinçage de la cabine de pulvérisation est gardée dans un circuit fermé et est renouvelée périodiquement, deux fois par an ou moins fréquemment. De plus, des eaux usées sont générées par le nettoyage des échangeurs thermiques de l'air aspiré de la cabine de pulvérisation, par les rotors thermiques et par l'humidification de l'air d'entrée dans les cabines de pulvérisation [76, TWG, 2004].

6.3.3.3 Déchets

Les déchets substantiels provenant du prétraitement/revêtement primaire par immersion cathodique et de la peinture des carrosseries de véhicules sont :

- * les déchets de solvants : la première source de déchets de solvants est constituée par les solvants récupérés, les solvants usagés, les restes de solvants ; les agents de nettoyage usagés et contaminés sont générés, en autres, par le nettoyage et l'installation des systèmes de peinture à base de solvants, par le nettoyage des outils, des appareils ou des cabines de pulvérisation et probablement par le nettoyage des gaz résiduels de la peinture et du séchage

- * les restes de peinture et vieilles peintures : du fait du changement de leurs caractéristiques physiques et/ou chimiques, les restes de peinture et les vieilles peintures qui ne sont plus utilisables doivent être éliminés comme des déchets. Les peintures ne respectant plus les spécifications et/ou les lots en surplus et les peintures sèches sont de même des déchets. On peut différencier les restes de peinture non durcis contenant des solvants des anciennes laques/résidus de peinture durcis sans solvants. Les peintures à base d'eau et les revêtements en poudre sont également inclus.
- * les dépôts de peinture : lors de la pulvérisation de peinture, le brouillard de pistelage non séparé est capté dans l'eau et les particules de laque coagulées sont retirées de l'eau. Des agents de coagulation sont ajoutés à l'eau pour permettre la séparation et pour améliorer les procédés de nettoyage ; un dépôt de peinture est donc généré
- * les adsorbants utilisés : si des méthodes d'épuration des gaz résiduels sont utilisées, comme l'adsorption sur charbon, du charbon chargé de solvant est alors généré et doit être éliminé
- * les dépôts de phosphate provenant du prétraitement
- * les déchets PVC générés par l'application de la protection du soubassement de carrosserie
- * les filtres et disques filtrants
- * les chiffons en cellulose et chiffons de nettoyage usagés : des chiffons en cellulose et de nettoyage saturés en solvants sont générés lors des opérations de nettoyage des appareils d'application. Ils sont en partie pollués par de la peinture.

6.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des voitures

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer à l'industrie automobile, pour les catégories M1 et N1. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques seront aussi applicables aux voitures. Le Tableau 6.4 présente les techniques générales applicables aux voitures qui sont décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Le document de synthèse EGTEI relatif au revêtement automobile (voir Annexe 24.1.1) donne des informations sur la rentabilité au niveau européen de certaines techniques de réduction des émissions de COV. Néanmoins, l'approche de l'EGTEI doit nécessairement limiter sa complexité et seules les principales techniques sont fournies, sans prendre en compte les autres facteurs MTD, comme les effets croisés ou les caractéristiques techniques des installations et des produits individuels. [135, EGTEI, 2005]

Technique	Numéro de section
Outil de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 6.4 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

6.4.1 Systèmes de revêtement

Le procédé de peinture dans l'industrie de construction de véhicules est une opération très complexe et entièrement intégrée comprenant de nombreuses étapes interdépendantes. Comme chaque étape influence toutes les autres, les décisions prises sur une étape peuvent avoir un impact sur tout ou une partie du processus. De même, certaines combinaisons de techniques peuvent être mutuellement incompatibles. Un système d'application existant peut aussi limiter les choix de revêtement. Par conséquent, lors de la considération des techniques pour déterminer les MTD, il n'est pas sensé de sélectionner chaque étape séparément.

Par exemple, divers exemples de combinaisons de techniques sont présentés dans le Tableau 6.5 ci-dessous. Ces configurations sont données à titre d'information et ne doivent pas être considérées comme étant les seules options.

Exemple	Couche primaire	Couche de fond	Couche transparente
A	* BS * BE * Aucun * Couche primaire en poudre	* BE	* BE * Poudre * Pâte de poudre
B	* BE	* BE	* BS
C	* BS * BS avec réduction de l'air dans la cabine de pulvérisation * BE	* BE * BS * BS avec réduction de l'air dans la cabine de pulvérisation	* BS * BS avec réduction de l'air dans la cabine de pulvérisation
Légende : BS = à base de solvants, BE = à base d'eau			

Tableau 6.5 : Exemples de combinaisons de revêtements de voitures
[117, ACEA, 2005]

6.4.2 Matériaux traditionnels à base de solvants

Description : Les peintures traditionnelles à base de solvants ont les teneurs massiques en solvants suivantes : 35 – 45 % pour les couches primaires, 40 – 50 % pour les couches de finition et 30 – 35 % pour les couches de finition à haut extrait sec, 70 - 80 % pour les couches de fond et 50 – 55 % pour les couches transparentes. Le solvant (principalement des COV) est présent pour la viscosité, la formation du film et une évaporation d'énergie réduite.

L'application implique un système d'approvisionnement fermé vers un pistolet d'application. L'application peut être manuelle ou automatique (ou les deux) dans une cabine de pulvérisation spécialisée à ventilation verticale et à aspiration.

Avantages pour l'environnement : Comparé aux systèmes de peinture à base d'eau, les besoins en énergie directs de chaque voiture sont inférieurs de 15 % (990 MJ/voiture comparé aux 1100 MJ/voiture des revêtements à base d'eau) du fait d'une meilleure climatisation et du pré-séchage accéléré des systèmes à base de solvants. Cependant, cela n'inclut pas la consommation d'énergie consacrée à la réduction de l'air aspiré dans la cabine de pulvérisation, qui est de 200 à 400 MJ/voiture. Voir Section 6.3.2.3 et Tableau 6.3.

Effets croisés : La norme, il y a 20 à 30 ans, lorsqu'il n'y avait pas de contrôle d'émissions, était que les matériaux à base de solvants émettaient 100 - 300 g/m². Les systèmes modernes émettent 43 - 72g/m² pour un système de couche primaire/couche de fond/couche transparente.

Habituellement, les solvants présents dans les gaz résiduels provenant des fours sont incinérés car ils représentent environ 15 % des émissions totales de COV provenant d'un site utilisant des systèmes de peinture traditionnels. Lorsque cela est possible, l'énergie générée par la chaleur est récupérée et utilisée, par exemple pour chauffer les sècheurs. Cependant, pour atteindre des bas niveaux, les traitements thermiques nécessitent du combustible additionnel, voir Section 20.11.4.

Données d'exploitation : Les temps de durcissement sont plus courts que ceux requis pour les systèmes à base d'eau. Par conséquent, des vitesses de chaîne plus élevées peuvent être atteintes dans des zones plus petites du fait des temps de four réduits. Les systèmes à base de solvants peuvent aussi fonctionner sur une plage de température et d'humidité plus étendue. L'équipement en acier inoxydable n'est pas nécessaire.

Des modifications des opérations à base de solvants pour générer des émissions de COV moins importantes peuvent être apportées avec un temps d'immobilisation réduit (contrairement au temps nécessaire pour un changement de matière).

Cette technique ne remplit pas les exigences de réduction des émissions nécessaires dans certaines parties de l'Europe, et n'atteindra même pas la performance du milieu de l'étendue, comme cela est par exemple indiqué à la Figure 6.2.

Applicabilité : Les peintures à base de solvants peuvent être utilisées à toutes les étapes de l'opération de peinture (couche primaire, couche de finition à haut extrait sec, couche de base, couche transparente et

réparation) et peuvent être utilisées sur les métaux et les plastiques. Elles peuvent être appliquées dans des ateliers de peinture nouveaux et existants dans lesquels l'espace est limité et pour lesquels des changements de matériaux de peinture peuvent ne pas être techniquement possibles.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : En raison des contraintes économiques et techniques des ateliers de peinture existants, la technique traditionnelle avec solvants peut être la meilleure option pour certaines installations.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [68, ACEA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

6.4.3 Remplacement des matériaux à base de solvants

6.4.3.1 Systèmes de peinture à base d'eau

Description : Voir Section 20.7.2.3 pour une description générale des systèmes de peinture à base d'eau. Dans l'électrodéposition, l'application de peintures diluables à l'eau ou dispersibles dans l'eau utilise des matériaux à teneur en solvants de 1 à 6 % et généralement de 1 à 2 % (m/m).

Les matériaux d'électrodéposition sont livrés dans un système fermé et appliqués en utilisant des techniques de trempage. Pour les applications de couche primaire et de couche de fond, les peintures à base d'eau contiennent des agents filmogènes diluables à l'eau ou dispersibles dans l'eau (alkyde, polyester, acrylate, mélamine et résines époxy). Les matériaux des couches primaires et des couches de fond sont livrés dans un système fermé et appliqués en utilisant des techniques de pulvérisation. Les systèmes traditionnels à base d'eau ont des teneurs en solvants en masse de 5 à 10 % pour la couche primaire et de 10 à 15 % pour la couche de fond.

Avantages pour l'environnement : Les facteurs classiques d'émissions de COV pour les phases à base d'eau de l'atelier de peinture sont de 1 à 2 g/m² pour la couche primaire, de 6 à 8 g/m² pour la couche de fond (7 – 9 % pour les produits ayant un temps de pré-séchage réduit, voir Section 20.7.2.4 et les types à 2 composants) sans contrôle des émissions.

Effets croisés : Les besoins en énergie directs de chaque voiture sont environ 13 à 17 % supérieurs à ceux des opérations utilisant des solvants, en raison notamment de la nécessité de sécher chaque couche entre les applications de revêtement (séchage intercouche).

La génération d'énergie provenant de certains systèmes d'incinération de solvants est perdue.

La consommation de matériau pour les matériaux aqueux est comparable à celle des peintures à base de solvants et est de 0 à 11 % supérieure pour la couche primaire et entre 0 et 25 % supérieure pour la couche de fond.

La consommation d'eau est également plus élevée et la séparation du dépôt lors du traitement des eaux usées est plus difficile.

Données d'exploitation : Les besoins en énergie sont en général de 1100 MJ par voiture. Pour les données concernant les procédés spécifiques, se rapporter à la Section 6.3.2.3 et au Tableau 6.3. Paramètres influençant les opérations : volume de production, conditions climatiques locales, techniques de réduction utilisées, besoins en volume d'air, longueur des cabines de pulvérisation, critère de fonctionnement de la cabine de pulvérisation comme la température et les techniques d'application de la peinture.

Applicabilité : Les matériaux aqueux peuvent être utilisés dans l'électrodéposition, la couche de fond et dans certaines opérations de réparation. Ils peuvent être utilisés sur des métaux et des plastiques. Cependant, ils ne peuvent pas être utilisés avec des aplats unis monocouche et monocousson car il faudrait les fixer avec une couche transparente. Les matériaux aqueux ont été développés pour les applications de couche transparente, mais n'ont pas été largement utilisés sur les voitures du fait de leur apparence et leur qualité médiocres. Cependant, il faut noter que les limites en matière d'apparence et de qualité des revêtements de surface sont indépendantes du fait qu'ils soient à base d'eau ou à base de solvants, mais

dépendent de la technique de résine (alkyde ou acrylique) et de la résistance du pigment à l'impact des rayons UV (par exemple, les revêtements alkydes à base de solvants ont une mauvaise apparence).

Les revêtements de surface de couleur unie à base d'eau ont été utilisés commercialement pendant des années pour les véhicules commerciaux et les taxis. Dans un cas, un véhicule commercial léger est peint avec une seule couche à base d'eau sans couche transparente additionnelle.

Il est difficile d'équiper de systèmes aqueux les ateliers de peinture traditionnels à base de solvants du fait des contraintes de coût et des contraintes physiques. La nécessité d'avoir des fours étendus munis de zones de pré-séchage intercouche pour satisfaire les besoins de durcissement additionnels signifie que les ateliers de peinture conçus et installés pour des systèmes à base de solvants peuvent manquer d'espace pour contenir un système à base d'eau. D'autres exigences sont que les tuyaux d'approvisionnement de peinture et les systèmes soient en acier inoxydable. Les coûts additionnels associés aux exigences de fonctionnement, aux matériaux et à l'installation de l'équipement signifient que les systèmes à base d'eau sont souvent limités aux nouveaux ateliers de peinture ou à ceux qui sont déjà équipés des systèmes nécessaires. Les cabines de pulvérisation à base d'eau doivent fonctionner avec des contrôles de température et d'humidité plus stricts. Parce que les temps de durcissement des systèmes à base d'eau sont plus longs, la vitesse de la chaîne est en général ralentie par rapport à celle d'autres systèmes.

Aspects économiques : Les coûts matériels pour les peintures aqueuses sont de 0 – 20 % supérieurs à ceux des peintures à base de solvants, en fonction des économies d'échelle. Dans l'une des usines de référence (ci-dessous), aucune différence de coût n'est observée. Les coûts associés à l'énergie sont supérieurs à ceux des matériaux à base de solvants du fait des exigences de séchage prolongé. La technique à base d'eau ne peut pas être adaptée à des ateliers de peinture traditionnels sans un investissement significatif associé à l'installation de l'équipement et au coût de construction. Par exemple, dans un grand atelier de peinture (plus de 100 000 unités par an), les coûts usuels d'une installation complète d'une nouvelle cabine de pulvérisation seraient compris entre 15 et 35 millions EUR ; les coûts de cabines de pulvérisation à base d'eau peuvent être de 10 – 20 % supérieurs. Ces chiffres n'incluent pas les coûts de construction, qui peuvent être substantiels selon les conditions locales. Cela, combiné aux contraintes techniques, signifie que la technique à base d'eau est en général uniquement installée lors de modernisations majeures ou dans les nouveaux ateliers. Depuis 1994, la majorité des nouveaux ateliers de peinture dans les pays de l'UE ont été conçus pour des couches à base aqueuse. Les produits de remplacement sont disponibles sous la forme de couches de fond avec des temps de pré-séchage réduits (voir Section 20.7.2.4).

Le coût total, lorsque l'on prend en compte les coûts moins importants liés à la réduction des émissions, est en général inférieur pour les revêtements aqueux.

Moteurs de la mise en œuvre : Réduction des émissions de COV dans l'air.

Installations de référence : Volkswagen, Wolfsburg, Allemagne ; Renault, Flins sur Seine, France ; GM, Eisenach, Allemagne ; Opel, Eisenach, Allemagne.

Littérature de référence : [68, ACEA, 2004] [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005]

6.4.3.2 Revêtements en poudre

Description : Les revêtements en poudre sont des systèmes sans solvants qui requièrent des procédures d'application électrostatique et sont, par conséquent, principalement adaptés aux carrosseries en métal. Les revêtements en poudre sont en général basés sur les résines acryliques avec soit un acide soit un anhydride. Ils peuvent être utilisés dans des applications de couche primaire ou de couche transparente. L'application de poudre a lieu dans une cabine de pulvérisation spécialisée à ventilation verticale et à aspiration et peut se faire par application de peinture automatique ou manuelle. Voir aussi Section 20.7.2.6.

Avantages pour l'environnement : La technique de revêtement en poudre ne dégage aucune émission de COV et ne nécessite pas d'eau pour la réduction de particules. L'utilisation de poudre récupérée permet une réutilisation des matières jusqu'à 97 %. Les besoins en énergie sont inférieurs à ceux des matières aqueuses et sont comparables à ceux de la technique à base de solvants. Le séchage par combinaison de techniques de séchage à infrarouge et à circulation d'air réduit la consommation d'énergie.

Effets croisés : La génération d'énergie due à l'incinération des solvants est omise.

Données d'exploitation : La technique de peinture en poudre permet un retraitement réduit de l'air de la cabine de pulvérisation par rapport aux installations normales. Il y a eu des problèmes de coloration jaunâtre dans l'application de la couche transparente du produit fini. Le principal problème est que le contrôle de l'épaisseur du film est difficile. Une épaisseur de couche plus importante que ce qui est nécessaire sera créée (environ 65 μm), ce qui entraîne une consommation de peinture plus importante ; cependant, des couches plus fines (environ 55 μm) sont de nos jours de plus en plus réalisables.

Applicabilité : La technique de revêtement en poudre est actuellement applicable pour l'application de couche primaire et de couche transparente. Les couches primaires en poudre sont maintenant disponibles et utilisées dans une usine en Europe (avec jusqu'à cinq à six couches primaires colorées). La couche transparente en poudre est utilisée en Europe par un constructeur automobile.

Aspects économiques : Lors du changement d'une technique à base de solvants existante à une technique de revêtement en poudre, des coûts d'investissement élevés sont nécessaires car la technique de revêtement en poudre est une technique complètement différente et nécessite une modification totale des installations, de l'équipement et des matériaux. Cependant, une réduction des coûts d'exploitation peut être observée. Les estimations actuelles font état d'une réduction d'au moins 12 % des coûts d'énergie par rapport aux techniques à base d'eau ou à base de solvants avec des coûts liés à la réduction des émissions.

Moteurs de la mise en œuvre : Réduction des émissions de COV.

Installations de référence : BMW AG à Dingolfing, Allemagne.

Littérature de référence : [68, ACEA, 2004] [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

6.4.3.3 Revêtement en pâte de poudre

Description : Les pâtes de poudre sont des poudres dispersées et stabilisées dans l'eau et sont appliquées en utilisant un équipement classique pour peintures liquides. Elles peuvent être utilisées pour des applications de couche transparente.

Avantages pour l'environnement : Réduction significative des émissions de COV. Des économies significatives d'énergie sont réalisées en remplaçant la couche transparente traditionnelle à 2 composants par une couche transparente sous forme de pâte de poudre appliquée selon la technique humide sur humide. Avec l'application humide sur humide, l'étape de séchage intermédiaire peut être évitée.

Effets croisés : La génération d'énergie due à l'incinération des solvants est omise.

Données d'exploitation : Pour respecter les critères de qualité, la cabine de pulvérisation doit fonctionner avec des contrôles de température (20 - 24 °C) et d'humidité (65 - 75 %) plus stricts. Un film plus mince (45 μm) peut être réalisé par rapport au revêtement en poudre sèche.

La couche transparente sous forme de pâte de poudre, qui a été utilisée dans l'usine de DaimlerChrysler AG depuis 1997, est presque sans solvants et est appliquée en utilisant la technique d'application humide sur humide.

Applicabilité : La pâte de poudre n'est, en général, pas employée dans les procédés industriels de revêtement de véhicules, bien que deux fournisseurs importants proposent ces systèmes. La pâte de poudre requiert l'application d'une couche de couleur adaptée pour assurer une compatibilité humide sur humide. Avant que la pâte de poudre ne puisse être cuite, l'eau doit s'évaporer du film humide et, par conséquent, un pré-séchage forcé est nécessaire. Ce système est utilisé dans deux usines en Europe.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Réduction des émissions de COV.

Installations de référence : DaimlerChrysler AG (Autriche) et Rastatt (Allemagne).

Littérature de référence : [68, ACEA, 2004] [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

6.4.4 Techniques et équipements d'application de peinture

Les techniques d'application de peinture et équipements suivants sont commercialement appliqués :

- * application de peinture par immersion, voir Section 20.7.3.4 et pour plus de détails Section 6.4.4.1
- * pistolage traditionnel à haute et à basse pression, voir Section 20.7.3.8
- * pistolage haut volume, basse pression (HVBP), voir Section 20.7.3.9
- * procédés d'atomisation électrostatique, voir Section 20.7.3.14
- * cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement, voir Section 20.7.3.15
- * pistolage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement, voir Section 20.7.3.17
- * application de revêtements en poudre – pistolage assisté électrostatiquement, voir Section 20.7.3.18.

6.4.4.1 Application de peinture par immersion

Description : Les carrosseries prétraitées de véhicules sont chargées électriquement lorsqu'elles passent dans un bain de revêtement à électro-immersion. Les revêtements sont en général à base d'eau et sont dilués dans de l'eau désionisée. La teneur en solvants est généralement de l'ordre de 2 à 6 % (m/m), et en général égale à 1 – 2 % (m/m).

Le procédé d'électrodéposition par trempage couvre toutes les surfaces intérieures et extérieures du véhicule. La zone traitée calculée est en général comprise entre 60 et 100 m² par véhicule, selon la taille et la conception (voir Annexe 24.5). Voir aussi Section 20.7.3.4.

Avantages pour l'environnement : Du fait de la faible teneur en solvants de cette matière et du fait qu'elle n'est pas atomisée comme dans les opérations de pistolage, les émissions de COV sont très faibles. Les émissions type sont < 0,2 kg de COV/voiture, ce qui correspond à une concentration de 2 à 4 g de COV/m², en fonction de l'aire de la surface traitée par électrodéposition de la voiture peinte. Avec une réduction des gaz résiduels provenant du four, un niveau > 1 g de COV/m² peut être atteint.

En plus de la consommation de peinture moins importante, une petite quantité de déchets est générée. Le revêtement par trempage représente une efficacité d'application très élevée et, du fait de la faible quantité de matériaux utilisée, il génère très peu de déchets.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : L'application se fait dans une installation spécialisée à aspiration. Les carrosseries apprêtées doivent passer par un four avant application ultérieure des revêtements.

Applicabilité : Cette technique peut être utilisée sur l'ensemble de la carrosserie du véhicule et des composants en métaux, y compris les panneaux de surface qui sont difficiles à atteindre. Actuellement, la technique par immersion est largement utilisée, mais uniquement pour l'application de la couche primaire (application cataphorétique). La qualité optique de la finition laquée est très importante dans la production de véhicules, par conséquent, seules les techniques de pistolage sont utilisées pour l'application des couches de remplissage et des couches transparentes.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité et protection anti-corrosion.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [68, ACEA, 2004] [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

6.4.5 Cabines de pulvérisation

Les techniques suivantes sont couramment appliquées :

- * cabines de pulvérisation à séparation humide, voir Section 20.7.4.1
- * techniques d'émulsion à l'eau dans des cabines de pulvérisation, voir Section 20.7.4.3.

6.4.6 Réduction maximale de la consommation de matières premières

Les techniques suivantes sont couramment appliquées :

- * peinture par lots/regroupement de couleurs, voir Section 20.6.3.6
- * systèmes de nettoyage par piston racleur, voir Section 20.6.3.7.

6.4.6.1 Récupération des solvants usagés

Description : Voir Section 20.13.1. Les équipements modernes d'approvisionnement en peinture incluant la récupération des solvants de purge sont couramment appliqués. La récupération se fait en transférant par le biais de conduites les agents de nettoyage de l'équipement d'application aux réservoirs de stockage.

Avantages pour l'environnement : 80 – 90 % des solvants provenant de la purge et du nettoyage peuvent être récupérés, sur site ou hors site, pour être réutilisés.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : L'installation d'un système de récupération des solvants classique coûte 0,4 million EUR par cabine de pulvérisation.

Une économie sera réalisée grâce à une consommation de solvants réduite et à des quantités réduites de déchets dangereux. Dans les installations de grande taille, les économies dépasseront approximativement l'investissement.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Ford, Europe.

Littérature de référence : [44, Intergraf and EGF, 1999] [13, DFIU and IFARE, 2002] [62, CITEPA, 2003] [68, ACEA, 2004, 76, TWG, 2004]

6.4.7 Techniques de séchage

Les techniques suivantes sont couramment appliquées :

- * séchage par circulation d'air, avec ou sans air sec, voir Section 20.8.1.1
- * durcissement par rayonnement infrarouge, voir Section 20.8.2.1.

6.4.8 Traitement des gaz résiduels

Les techniques suivantes sont couramment appliquées :

- * système de Venturi, voir Section 20.11.3.5
- * épurateur, voir Section 20.11.3.6
- * systèmes de filtre sec, voir Section 20.11.3.8
- * filtre électrostatique, voir Section 20.11.3.7
- * concentration en solvant interne selon la pré-procédure de traitement des gaz résiduels, voir Section 20.11.3.1
- * concentration en solvant externe selon la pré-procédure de traitement des gaz résiduels, voir Section 20.11.3.2
- * système dédié de traitement des gaz résiduels intégré au sécheur, voir Section 20.11.1.6
- * adsorption sur lit fixe, adsorption sur lit fluidisé et absorption sur rotor (roue), voir Section 20.11.6
- * oxydation récupérative, catalytique et régénérative, voir Section 20.11.4.

6.4.9 Traitement des eaux usées

Les techniques suivantes sont couramment appliquées :

- * rinçage en cascade, voir Section 20.7.5.1
- * utilisation d'échangeurs d'ion, voir Section 20.7.5.2
- * ultrafiltration et nanofiltration, voir Section 20.12.6.

7 REVETEMENT DES FOURGONS, DES CAMIONS ET DES CABINES DE CAMIONS

[13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005] [118, ACEA, 2005] [181, ACEA, 2003]

Les procédés de peinture utilisés dans le revêtement de fourgons, de camions et de cabines de camions présentent des différences significatives par rapport à la peinture en série des voitures du fait de l'utilisation de matériaux de revêtement, de procédés, de techniques d'application et de dispositions de couche différents. Bien que les qualités optiques de surface soient aussi importantes que pour les voitures, la protection anti-corrosion est plus importante que dans d'autres secteurs.

Ce chapitre aborde les mesures intégrées de protection de l'environnement utilisées dans le procédé de peinture des cabines et des châssis de camions, appartenant aux catégories N2 et N3 (selon la Directive 70/156/CEE). Les cabines de conduite des camions ou cabines de camions sont appelées « cabines » et incluent les boîtiers intégrés des équipements techniques.

7.1 Généralités sur le revêtement des fourgons, des camions et des cabines de camions

Voir Section 6.1 pour des informations détaillées sur la taille, le chiffre d'affaires, etc. de l'industrie de la construction automobile. Dans l'UE en 2005, 1 640 769 véhicules commerciaux légers et 549 468 poids lourds ont été produits, générant des revenus de près de 70 milliards EUR et représentant directement 250 000 emplois. Environ 109 sites produisent des véhicules commerciaux dans toute l'Europe (y compris la Russie) [152, ACEA, 2006].

7.2 Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des fourgons, des camions et des cabines de camions

7.2.1 Cabines de conduite et véhicules commerciaux légers

[185, May, et al., 2006]

Comme dans le revêtement en série de voitures particulières, les systèmes de revêtement utilisés peuvent varier d'une installation à l'autre. Les constructeurs de véhicules commerciaux utilisent soit des systèmes de revêtement en série (avec des températures de séchage d'environ 140 °C), soit des peintures à 2 composants à des fins de réparation (avec des températures de séchage de 80 °C) ; une combinaison des deux systèmes est aussi souvent utilisée.

Le prétraitement des cabines inclut un nettoyage, un dégraissage avec un rinçage ultérieur, une phosphatation au zinc avec rinçage, suivis d'une passivation et d'un rinçage à l'eau déminéralisée. Une électrodéposition par trempage sans plomb est appliquée. Après deux cycles de rinçage dans un ultrafiltrat et avec de l'eau déminéralisée, les cabines de conduite sont séchées dans un sécheur, qui est équipé d'une unité de post-combustion. Puis l'application de la protection du soubassement de carrosserie, des matériaux anti-bruit et des joints d'étanchéité est réalisée. La carrosserie du véhicule est préparée pour les applications de peinture par limage (facultatif) et nettoyage relatif.

Ensuite, une couche de remplissage est appliquée sur les surfaces intérieures et extérieures de la cabine de conduite et est séchée dans un sécheur. L'épaisseur de la couche varie de 25 à 30 µm. Puis, la peinture est appliquée sur les surfaces intérieures et extérieures par des méthodes de pulvérisation à la fois automatisées et manuelles (électrostatiques et pneumatiques). L'épaisseur de la couche varie de 25 à 35 µm. Les cabines de peinture sont équipées d'un séparateur humide pour la réduction de la surpulvérisation ; les ateliers de réparation peuvent être équipés d'un séparateur à sec. Le séchage se fait alors dans un four.

L'épaisseur des couches de fond varie de 10 à 20 µm, celle de la couche transparente appliquée ultérieurement est de 40 ± 5 µm, des couches de finition à une couche sont appliquées avec une épaisseur de couche variant de 30 à 40 µm.

La production actuelle de cabines de camions comprend plus de 90 % de couches de fini de couleur unie, les volumes restants correspondant aux effets métallisés ; en ce qui concerne les fourgons, la production comprend plus de 85 % de couches de fini de couleur unie et les volumes restants correspondent aux effets métallisés. La couche de finition à 1 couche à base d'eau est de plus en plus acceptée et est utilisée par Daimler Chrysler Düsseldorf, Allemagne et Ludwigsfelde, Allemagne, MAN Steyr, Autriche et

Munich, Allemagne, Volvo Umea, Suède, Fiat Sevel, Italie (1K cuisson élevée ou 2K cuisson basse). Elle sera probablement de plus en plus répandue.

Les systèmes couramment appliqués ou traditionnels pour le revêtement des cabines de conduite sont : [8, IFARE et CITEPA, 2002]

- * électrodéposition : à base d'eau (teneur en solvants de 8 % (m/m))
- * couche primaire : à base de solvants (teneur en solvants de 50 % (m/m))
- * couche de finition : revêtement de couleur unie à base de solvants (teneur en solvants de 45 % (m/m)) ; couche transparente à base de solvants (teneur en solvants de 75 % (m/m)) ; et couche transparente à base de solvants (teneur en solvants de 45 % (m/m)).

*

Les systèmes alternatifs sont :

- * électrodéposition : à base d'eau (teneur en solvants de 8 % (m/m))
- * couche primaire : à base d'eau (teneur en solvants de 15 % (m/m))
- * couche de finition : revêtement de couleur unie à base de solvants à haut extrait sec (teneur en solvants de 40 % (m/m)) ; couche de fond à base de solvants à haut extrait sec (teneur en solvants de 65 % (m/m)) ; et couche transparente à base de solvants à haut extrait sec (teneur en solvants de 40 % (m/m)) ; application électrostatique.

et :

- * électrodéposition : à base d'eau (teneur en solvants de 8 % (m/m))
- * couche primaire : à base d'eau (teneur en solvants de 15 % (m/m))
- * couche de finition : revêtement de couleur unie à base d'eau (teneur en solvants de 15 % (m/m)) et revêtement de couleur unie à base de solvants à haut extrait sec (teneur en solvants de 40 % (m/m)) (pour des couleurs spéciales) ; et couche transparente à base d'eau (teneur en solvants de 15 % (m/m)) ; et couche transparente à base de solvants à haut extrait sec (teneur en solvants de 4 % (m/m)) [152, ACEA, 2006].

7.2.2 Revêtement de châssis de camion

[185, May, et al., 2006]

Les châssis de camions sont montés à partir de profilés et de pièces (comme les trains de roue et les réservoirs d'air) qui sont déjà traités par électrodéposition ou peints d'une couche primaire classique. Un matériau à base d'eau avec une teneur en solvants de 5 – 10 % est utilisé pour les peintures avec revêtement par trempage (électrodéposition). Les couches primaires traditionnelles peuvent être utilisées avec un revêtement en poudre, des couches primaires à base d'eau (teneur en solvants de 10 à 15 %) et à base de solvants (teneur en solvants de 45 à 55 %).

Après avoir pré-monté le châssis, la qualité de surface est vérifiée et les imperfections sont localement réparées avec une couche primaire. Certaines zones sont masquées. Localement, certains nettoyages à base de solvants ou à base d'eau sont réalisés manuellement pour éliminer les impuretés, les huiles et autres particules étrangères. Ensuite, une couche de finition à 1 couche est appliquée, le châssis est donc automatiquement transporté dans l'installation au moyen d'un système de convoyeur. Les châssis sont peints manuellement du fait de leurs variations de taille et de structure. La peinture est d'abord appliquée sur le dessous, puis sur le dessus. Pour les grands volumes, des couches de finition à base d'eau (à 2 composants) sont utilisées sur environ 95 % des châssis. Pour les couleurs spéciales, les peintures de résine acrylique à base de solvants à 2 composants sont appliquées. L'épaisseur de la couche appliquée varie de 40 µm à plus de 60 µm.

Le matériau est appliqué en utilisant des pistolets de pulvérisation HVBP, traditionnels, à pulvérisation mixte ou sans air. La surpulvérisation est interceptée au moyen d'un collecteur de poussière par voie humide avec un déversement automatisé de boues de peinture. Pour le séchage, les châssis traités sont d'abord transportés à la cabine de pré-séchage avec une température maximum de 40 °C et une faible vitesse de l'air. Ensuite, la peinture est séchée dans un sécheur à air forcé à des températures d'air de 85 – 90 °C. Après le séchage, les châssis sont refroidis à température ambiante et démasqués.

Les systèmes couramment appliqués ou traditionnels pour le revêtement des châssis de camions sont : [152, ACEA, 2006]

- * électrodéposition : à base d'eau (teneur en solvants de 5 % (m/m))

- * couche primaire : à base de solvants (teneur en solvants de 45 – 55 % (m/m)) ; application électrostatique
- * couche de finition : revêtement de couleur unie (teneur en solvants de 45 – 55 % (m/m)) ; application électrostatique.

Les systèmes alternatifs sont :

- * électrodéposition : à base d'eau (teneur en solvants de 5 - 10 % (m/m))
- * couche primaire de réparation : à base de solvants (teneur en solvants de 45 - 55 % (m/m))
- * couche de finition : revêtement de couleur unie (teneur en solvants de 45 - 55 % (m/m))

et :

- * électrodéposition : à base d'eau (teneur en solvants de 5 - 10 % (m/m))
- * couche primaire de réparation : à base d'eau (teneur en solvants de 8 - 13 % (m/m))
- * couche de finition : revêtement de couleur unie (teneur en solvants de 45 - 55 % (m/m))

et :

- * électrodéposition : à base d'eau (teneur en solvants de 5 - 10 % (m/m))
- * couche primaire : à base d'eau (teneur en solvants de 8 - 13 % (m/m))
- * couche de finition : revêtement de couleur unie à base d'eau (teneur en solvants de 8 – 13 % (m/m)) ; application traditionnelle, HVBP, pulvérisation mixte ou sans air.

7.2.3 Peinture des trains de roues

(Voir Chapitre 13). Les trains de roues des camions et des véhicules commerciaux sont généralement traités avec des peintures à base d'eau. La plus grande proportion des solvants appliqués est émise car les mesures de réduction des émissions ne sont pas appliquées et seul le sécheur est connecté à une unité de post-combustion.

7.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement de fourgons, de camions et de cabines de camions

7.3.1 Bilans massiques

Aucune donnée fournie.

7.3.2 Consommations

7.3.2.1 Matériaux

Un aperçu général des valeurs spécifiques de consommation de peintures pour le peinturage de nouvelles cabines de conduite est présenté dans le Tableau 7.1. La consommation dépend des différents systèmes de peinture et des différents systèmes d'application, etc. Il est à noter que ce tableau n'est donné qu'à titre d'information, et qu'il ne peut être utilisé comme « liste de sélection » pour choisir un système de peinture sur la base de l'efficacité de consommation uniquement. Le procédé de peinture de chaque installation est très complexe et entièrement intégré. Il comprend de nombreuses étapes ; chaque étape influence les autres et différents chiffres s'appliquent en fonction des techniques d'application. Il est donc impossible de prendre des décisions sur les meilleures options en sélectionnant les étapes individuellement.

Matériaux de peinture	Consommation spécifique de matériau (g de peinture/m ²)	
	Cabines de camions	Fourgons
Électrodéposition : à base d'eau (teneur en solvants de 5 % (m/m))	128	128
Couche primaire : à base de solvants (teneur en solvants de 50 % (m/m))	20	24
Couche primaire : à base d'eau (teneur en solvants de 15 % (m/m))	20	24
Couche de finition : revêtement de couleur unie à base de solvants (teneur en solvants de 45 % (m/m))	134	160
Couche de finition : revêtement de couleur unie à base de solvants à haut extrait sec (teneur en solvants de 40 % (m/m))	117	140
Couche de finition : couche de fond à base d'eau (teneur en solvants de 15 % (m/m))	134	160
Couche de finition : couche de fond à base de solvants (teneur en solvants de 75 % (m/m))	122	146
Couche de finition : revêtement de couleur unie à base de solvants à haut extrait sec (teneur en solvants de 65 % (m/m))	116	139
Couche de finition : couche de fond à base d'eau (teneur en solvants de 15 % (m/m))	122	146
Couche de finition : couche transparente à base de solvants (teneur en solvants de 45 % (m/m))	72	86
Couche de finition : couche transparente à base de solvants à haut extrait sec (teneur en solvants de 40 % (m/m))	63	76

Tableau 7.1 : Valeurs spécifiques de consommation de peintures pour le revêtement des nouvelles cabines de conduite
[185, May, et al., 2006]

7.3.2.2 Eau

Comme pour le revêtement de voitures, les principales activités utilisant de l'eau pour la peinture des cabines de camions et des fourgons sont :

- * le prétraitement (dégraissage)
- * le revêtement de conversion (phosphatation et passivation)
- * l'électrodéposition.

L'utilisation principale d'eau se situe au niveau des étapes de rinçage ; une quantité moins importante d'eau est perdue par évaporation et est utilisée pour produire de nouvelles solutions. Les techniques de gestion et d'économie de l'eau sont décrites en détail dans le Chapitre 20. Il s'agit du rinçage en plusieurs étapes, des techniques de réduction maximale de l'utilisation de l'eau, de la récupération de l'eau et des matières premières. La consommation d'eau pour la peinture des cabines de camions et des fourgons varie entre 35 et 80 l/m² [185, May, et al., 2006].

7.3.2.3 Énergie

Le Tableau 7.2 donne un aperçu général de la consommation de gaz pour la peinture de fourgons, de châssis de camions et de cabines de conduite.

	Peinture des cabines de camions et des fourgons	Peinture des châssis
Consommation de gaz	0,7 à 1 Nm ³ /m ² de surface peinte	0,7 à 1 Nm ³ /m ² de surface peinte

Tableau 7.2 : Aperçu général de la consommation de gaz pour la peinture des châssis, des cabines de conduite et des fourgons
[185, May, et al., 2006]

7.3.3 Émissions

7.3.3.1 Émissions dans l'air

Les émissions de COV émanant de la peinture des fourgons, des camions et des cabines de camions représentent 9,4 % des émissions totales de l'industrie automobile [118, ACEA, 2005] et sont supérieures par mètre carré à celles émanant des procédés de revêtement dans la production de voitures, pour les raisons suivantes :

- * des volumes de production inférieurs à ceux des voitures (généralement 150 000 à 300 000 unités), donc les investissements de réduction des émissions de COV sont relativement plus élevés, ce qui entraîne un coût élevé de COV évité par tonne par rapport à celui du secteur des voitures particulières (M1)
- * une automatisation moindre du fait des coûts d'investissement relativement élevés par rapport aux volumes annuels, de la zone plus large à traiter et de la portée plus longue requise pour accéder à l'ensemble de la zone peinte. Cela, additionné aux géométries et tailles difficiles, entraîne une efficacité de transfert plus faible que celle de M1 et des émissions plus élevées
- * des dimensions de véhicules plus importantes nécessitent des cabines de pulvérisation et des fours plus grands et donc des volumes d'air à traiter plus importants dans le cas de techniques de réduction. Cela rend la réduction économiquement moins faisable
- * les techniques disponibles pour les voitures particulières ne sont souvent pas disponibles ou doivent être personnalisées à des coûts très élevés du fait des grandes dimensions de véhicules peints et des volumes de production plus réduits
- * la gamme de couleurs est beaucoup plus étendue (300 à 800 couleurs différentes, exigences des parcs industriels) :
 - les systèmes à base d'eau ne sont pas disponibles pour les véhicules multicolores et pour le nombre de couleurs différentes ; ou ne peuvent pas répondre aux spécifications du client
 - un rinçage plus important du fait d'un nombre plus élevé de couleurs
 - une purge obligatoire plus importante car la peinture par lots ne peut pas être utilisée
 - de petits lots de peinture, rarement utilisés, donc le reste doit être éliminé
 - certaines couleurs nécessitent une épaisseur de film plus importante pour des raisons de convertibilité et par conséquent soit des couches primaires de plusieurs couleurs doivent être utilisées, soit une double peinture est requise
 - les véhicules de plusieurs couleurs signifient qu'un nombre plus important de revêtements est nécessaire, d'où des émissions plus importantes
- * les zones de surface plus grandes sont plus susceptibles aux dommages et aux défauts, donc nécessitent plus de réparation
- * une demande accrue des peintures métalliques entraîne une augmentation des émissions de COV (les effets métalliques sont à base de solvants)
- * un nombre plus important de contraintes sur les technologies du fait du type différent de matériaux/ajouts à peindre sur la même chaîne
- * plus de peinture d'intérieur (moins d'habillage avec panneaux que pour les voitures particulières).

La Figure 7.1 présente certaines valeurs d'émission de COV émanant des installations de montage de fourgons, de camions et de cabines de camions en Europe. Les émissions et aires de surface sont calculées conformément à l'Annexe 24.5.

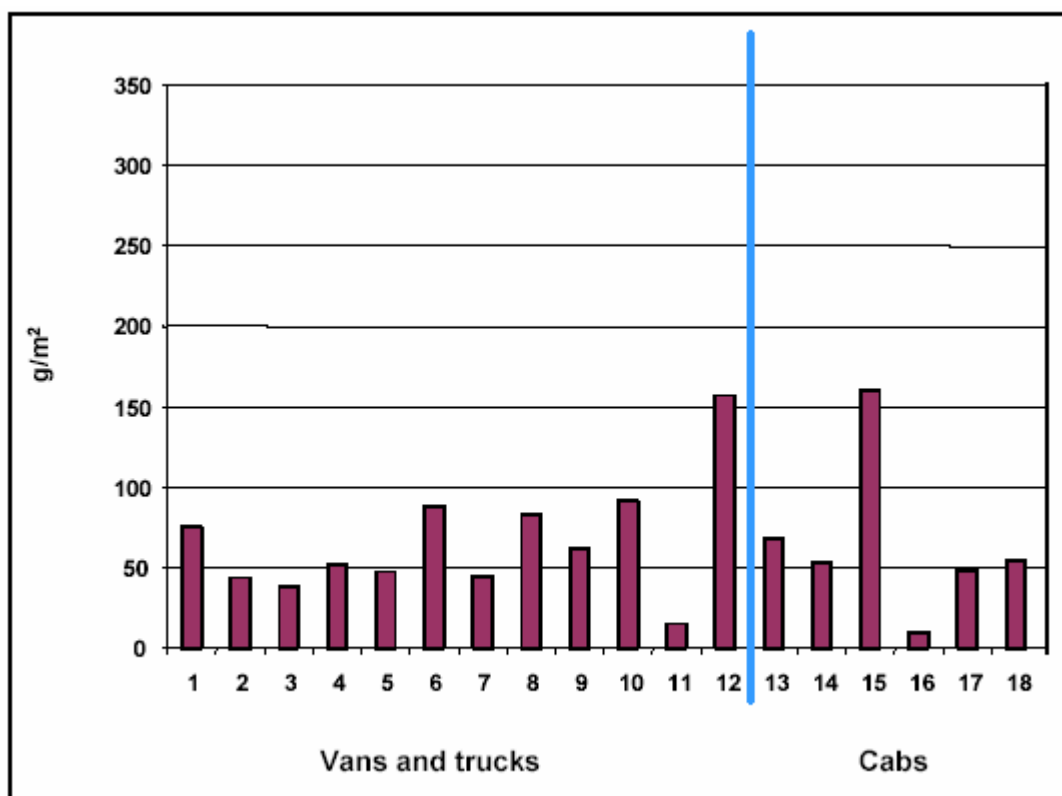


Figure 7.1 : Émissions de COV émanant de plusieurs installations de montage de fourgons, de camions et de cabines de camions en Europe [118, ACEA, 2005]

Les émissions émanant du nettoyage peuvent être réduites à moins de 20 g/m² en utilisant de bonnes pratiques d'entretien, de nettoyage et des techniques de substitution telles que celles rapportées dans les Sections 20.2.2, 20.9 et 20.10 [122, Dupont et May, 2005].

7.3.3.2 Émissions dans l'eau

Des informations sont fournies dans la Section 6.3.3.2 sur les émissions émanant des procédés à base d'eau, comme les prétraitements, l'électrodéposition, les systèmes d'épurateur humide pour les cabines de pulvérisation de peinture, etc. Aucune donnée spécifique se rapportant aux fourgons, aux camions et aux cabines de camions n'est disponible.

7.3.3.3 Déchets

Les déchets suivants sont générés par le prétraitement, le revêtement par trempage à électrodéposition et la peinture de châssis et de cabines de conduite :

- * conteneurs de peinture
- * boues de peinture décantées
- * solvants organiques contaminés
- * résidus de peinture
- * papier à masquer (uniquement pour la peinture des châssis)
- * eau contenant des matériaux de peinture

7.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des fourgons, des camions et des cabines de camions

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer au revêtement de camions et de véhicules commerciaux. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application

de peinture sont abordées. Ces techniques peuvent aussi être applicables au revêtement de camions et de véhicules commerciaux. Le Tableau 7.3 présente les techniques générales applicables au revêtement de camions et de véhicules commerciaux qui sont décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Le document de synthèse EGTEI relatif au revêtement des fourgons, des camions et des cabines de camions (voir Annexe 24.1.1) donne des informations sur la rentabilité au niveau européen de certaines techniques de réduction des émissions de COV. Néanmoins, l'approche de l'EGTEI doit nécessairement limiter sa complexité et seules les principales techniques sont fournies, sans prendre en compte les autres facteurs MTD, comme les effets croisés ou les caractéristiques techniques des installations et des produits individuels. [136, EGTEI, 2005]

Le procédé de peinture dans l'industrie de construction de véhicules est une opération très complexe et entièrement intégrée comprenant de nombreuses étapes interdépendantes. Comme chaque étape influence toutes les autres, les décisions prises sur une étape peuvent avoir un impact sur tout ou une partie du processus. De même, certaines combinaisons de techniques peuvent être mutuellement incompatibles. Un système d'application existant peut aussi limiter les choix de revêtement. Par conséquent, lors de la considération des techniques pour déterminer les MTD, il n'est pas sensé de sélectionner chaque étape séparément.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 7.3 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

7.4.1 Matériaux traditionnels à base de solvants

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.1. Les systèmes de peinture à base de solvants sont appliqués sur les cabines de conduite comme :

- * couche de remplissage : teneur en solvants de 50 % (m/m)
- * couche de finition à 1 couche : teneur en solvants de 45 % (m/m)
- * couche de fond : teneur en solvants de 75 % (m/m)
- * couche transparente : teneur en solvants de 45 % (m/m)

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Ce type de système de revêtement dispose d'une plage approximative d'émissions de COV avant réduction de 193 à 233 g de COV/m².

Données d'exploitation : Dans les peintures métalliques, la couche de fond et la couche transparente sont toujours à base de solvants. L'épaisseur des couches de fond varie entre 10 et 20 µm, celle de la couche transparente appliquée ultérieurement est d'environ 40 ± 5 µm. Les couches de finition à 1 couche sont appliquées avec une épaisseur de 30 à 40 µm.

Pour les cabines, les gaz résiduels émanant des sècheurs sont généralement connectés à une unité de post-combustion, tandis que les gaz résiduels de la cabine de pulvérisation ne sont en général pas traités (sur un site uniquement).

Cependant, après la peinture des trains de roues, la plus grande portion de solvant appliqué est émise sans être traitée, puisque les mesures de réduction des émissions ne sont pas appliquées, ou le sècheur est connecté à une unité de post-combustion.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Volvo à Umea (Suède), combine l'incinération à une filtration zéolite pour la récupération de solvants. Les émissions sont inférieures à 1 kg par cabine.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005] [185, May, et al., 2006]

7.4.2 Remplacement des matériaux à base de solvants (substitution)

7.4.2.1 Systèmes de peinture à base d'eau

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.3. Les systèmes de peinture à base d'eau sont appliqués dans :

- * électrodéposition : teneur en solvants organiques de 8 % (m/m)
- * la couche de remplissage/primaire : teneur en solvants organiques de 15 % (m/m)
- * la couche de fond : teneur en solvants organiques de 15 % (m/m)

Les émissions de COV totales pour ces revêtements sont de l'ordre de 31 à 36 g de COV/m² sans couche de finition et avant toute réduction. Environ 25 couches de finition à base d'eau (2 composants) différentes sont utilisées sur environ 95 % des châssis.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Comme les peintures à base d'eau ont une application moins efficace, une consommation accrue de peinture doit être prise en compte. Il est rapporté que :

- * la consommation de la couche primaire pour les revêtements à base d'eau est d'environ 5 % supérieure à celle des couches primaires classiques à base de solvants
- * la consommation de la couche de fond pour les revêtements à base d'eau est d'environ 10 % supérieure à celle des couches de fond classiques à base de solvants.

Données d'exploitation : L'entreprise DaimlerChrysler AG située à Kassel, en Allemagne, exploite depuis 1998 une installation qui utilise des peintures à base d'eau pour le revêtement des trains de roues. Du fait de ces mesures, 160 000 litres de solvants sont économisés chaque année.

Applicabilité : Le remplacement des couches primaires à base de solvants et des peintures laquées implique le changement des cabines de pulvérisation et des appareils de pulvérisation automatiques ; cette dépense varie beaucoup en fonction de la disposition de l'installation. Dans de nombreux cas, comme un espace supplémentaire est nécessaire pour allonger les cabines de pulvérisation, une nouvelle installation doit être mise en place dans un nouveau bâtiment.

Aspects économiques : Le coût de remplacement d'une simple cabine de pulvérisation et des appareils de pulvérisation automatiques s'y rapportant (c'est-à-dire la cabine de pulvérisation de la couche primaire) varie entre 13 et 25 millions EUR. La mise en place d'une nouvelle installation dans un nouveau bâtiment varie, en fonction de la taille de l'installation, de 60 millions EUR pour une installation produisant 25 000 cabines/an à 140 millions EUR pour une installation produisant 50 000 fourgons/an.

Moteurs de la mise en œuvre : DES.

Installations de référence : Les couches de finition à 1 couche à base d'eau sont appliquées par MAN (Munich, Allemagne) et par DaimlerChrysler AG (Kassel, Allemagne).

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [8, IFARE et CITEPA, 2002] [128, TWG, 2005] [185, May, et al., 2006]

7.4.3 Techniques et équipements d'application de peinture

7.4.3.1 Électrodéposition

Pour une description générale, voir Section 20.7.3.4. Tous les revêtements à électrodéposition sont à base d'eau ; leur teneur en solvants organiques est généralement de 8 % (m/m) et ils sont sans plomb. Les châssis de camions sont montés à partir de profilés qui ont déjà subi un procédé de trempage par électrodéposition. Actuellement, la technique par immersion est largement utilisée pour l'application d'électrodéposition. L'électrodéposition implique des coûts d'investissement et de matières premières élevés.

[13, DFIU and IFARE, 2002]

7.4.3.2 Pistelage haut volume, basse pression (HVBP)

Pour une description générale, voir Section 20.7.3.9. La couche primaire est appliquée sur les surfaces intérieures et extérieures de la cabine de conduite au moyen de pistolets de pulvérisation HVBP actionnés manuellement.

Sur les châssis de camions, le matériau à base d'eau est appliqué en utilisant des pistolets de pulvérisation HVBP. L'épaisseur de la couche appliquée varie de 40 à 60 μm . La surpulvérisation est interceptée au moyen d'un système d'épurateur par voie humide, avec un déversement automatisé des boues de peinture dans la cuve de décantation.

[13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005]

7.4.3.3 Procédés d'atomisation électrostatique

Pour une description générale, voir Section 20.7.3.14. La couche de finition à 1 couche a une teneur en solvants organiques de 45 % (m/m), avec des émissions spécifiques de COV de 60 à 72 g de COV/m², et est appliquée par pistelage électrostatique.

7.4.3.4 Cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement

Pour une description générale, voir Section 20.7.3.15. Après application de la couche de remplissage/primaire, une seconde couche est appliquée sur les surfaces externes par pulvérisation électrostatique automatisée au moyen de cloches à rotation rapide. L'épaisseur de la couche varie de 25 à 35 μm . Une application de peinture manuelle n'est effectuée que pour des commandes spéciales.

La couche de fond à base de solvants est généralement appliquée en utilisant une peinture par pulvérisation électrostatique (50 %) et une peinture par pulvérisation régulière (50 %). La couche transparente est appliquée par pulvérisation électrostatique.

Dans les peintures métalliques, la couche de fond et la couche transparente sont toujours à base de solvants. L'épaisseur de la couche de fond varie entre 10 et 20 μm , celle de la couche transparente appliquée ultérieurement est d'environ 40 ± 5 μm et celle des couches de finition individuelles est de 30 à 40 μm .

[13, DFIU and IFARE, 2002]

7.4.3.5 Cabines de pulvérisation à séparation humide

Pour une description générale, voir Section 20.7.4.1. Elles sont couramment appliquées.
[13, DFIU and IFARE, 2002]

7.4.4 Traitement des gaz résiduels

7.4.4.1 Oxydation

Pour une description générale, voir Section 20.11.4. Après le rinçage à la fin du procédé d'électrodéposition, les fourgons, les camions, les cabines et les châssis sont séchés dans un sécheur qui est généralement équipé d'un oxydant.

Lorsque des peintures à base de solvants sont appliquées, les cabines de pulvérisation à séchage sur sable sont généralement équipées d'un oxydant. Cependant, les cabines de pulvérisation peuvent être équipées d'une adsorption sur charbon actif combinée à un oxydant.
[13, DFIU and IFARE, 2002] [8, IFARE et CITEPA, 2002]

L'investissement pour les mesures de réduction d'émissions ci-dessus dépend des dimensions de l'installation.

Pour un atelier de peinture de cabines de camions d'un débit de 25 000 unités/an, l'investissement que représente l'installation d'unités de post-combustion sur les sécheurs s'élève à environ 3 millions EUR, ce qui correspond à environ 12 EUR par véhicule peint. De plus, des coûts énergétiques d'environ 300 000 EUR par an sont générés, ce qui correspond à environ 12 EUR par véhicule peint.

Pour un atelier de peinture de fourgons d'un débit de 50 000 unités/an, l'investissement que représente l'installation d'unités de post-combustion sur les sécheurs s'élève à environ 4 millions EUR, ce qui correspond à environ 8 EUR par véhicule peint. De plus, des coûts énergétiques d'environ 400 000 EUR par an sont générés, ce qui correspond à environ 8 EUR par véhicule peint.
[185, May, et al., 2006]

7.4.4.2 Adsorption sur charbon actif

Pour une description générale, voir Section 20.11.6. Si les peintures à base de solvants sont appliquées, les gaz résiduels émanant des cabines de pulvérisation et des sécheurs peuvent être prétraités, par exemple dans une roue d'adsorption suivie d'une unité de post-combustion.

Pour un atelier de peinture de cabines de camions d'un débit de 25 000 unités/an, l'investissement que représente l'installation d'un appareil régénératif d'adsorption et d'une unité de post-combustion annexe pour le traitement partiel des émissions de COV des cabines de pulvérisation s'élève à environ 12 millions EUR, ce qui correspond à environ 60 EUR par véhicule peint. De plus, des coûts énergétiques d'environ 650 000 EUR par an sont générés, ce qui correspond à environ 26 EUR par véhicule peint.

Pour un atelier de peinture de fourgons avec un débit de 50 000 unités/an, l'investissement que représente l'installation d'unités de post-combustion sur les sécheurs s'élève à environ 15 millions EUR, ce qui correspond à environ 30 EUR par véhicule peint. De plus, des coûts énergétiques d'environ 1,2 million EUR par an sont générés, ce qui correspond à environ 24 EUR par véhicule peint.
[185, May, et al., 2006]

7.4.5 Traitement des eaux usées

Les techniques suivantes sont couramment appliquées :

- * l'ultrafiltration et la nanofiltration sont couramment appliquées dans les bains de trempage à électrodéposition, voir Section 20.12.6
- * rinçage en cascade, voir Section 20.7.5.1
- * utilisation d'échangeurs d'ion, voir Section 20.7.5.2
- * déversement continu des résidus de peinture, voir Section 20.7.5.6
- * système de décantation, voir Section 20.7.5.7.

8 REVÊTEMENT DES BUS

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [118, ACEA, 2005] [186, May, et al., 2006]

8.1 Généralités sur le revêtement des bus

Ce chapitre aborde les mesures intégrées de protection de l'environnement utilisées dans le peinturage des carrosseries et des châssis de camions, appartenant aux catégories M2 et M3 (selon la Directive 70/156/CEE). En 2005, 30 514 bus et cars ont été construits dans l'UE. Il y a environ 46 installations dans toute l'Europe géographique (y compris la Russie). Le chiffre d'affaires se rapportant aux bus est inclus dans celui des fourgons et des camions, et tous ensemble ils sont nommés « véhicules commerciaux ». Des informations générales supplémentaires sont données dans la Section 6.1 pour l'industrie de la construction automobile et dans la Section 7.1 pour les véhicules commerciaux [152, ACEA, 2006].

8.2 Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des bus

8.2.1 Prétraitement

Les carrosseries des véhicules sont généralement traitées en appliquant des procédés de prétraitement traditionnels comme le dégraissage et la phosphatation avant que le peinturage n'ait lieu. Après les procédés de prétraitement, la couche d'impression est appliquée par pulvérisation ou par revêtement par trempage.

8.2.2 Couche d'impression/revêtement par trempage

Une installation de production allemande utilise le revêtement par trempage par cataphorèse pour l'application de la couche d'impression sur les carrosseries des véhicules. Pour éliminer la graisse, les huiles, les résidus de broyage et autres impuretés, les caisses de carrosserie des véhicules sont d'abord nettoyées dans un procédé aqueux-alcalin (à une température de 60 °C). Puis le rinçage est effectué.

Pour préparer la surface à la phosphatation ultérieure, une activation est réalisée. L'application de la couche de conversion sur les carrosseries des véhicules (à des températures de l'ordre de 50 - 55 °C) assure une protection anti-corrosion et l'adhérence de la couche de revêtement qui sera appliquée ultérieurement. Pour assurer l'étanchéité de la couche de phosphate, la surface de la carrosserie est passivée. Les carrosseries sont rincées plusieurs fois à température ambiante avec de l'eau déminéralisée, puis le revêtement par trempage par cataphorèse est appliqué. Le matériau utilisé est à base d'eau avec une teneur en solvants organiques d'environ 3 % (m/m). Ensuite, les carrosseries apprêtées sont rincées automatiquement et manuellement avec de l'eau déminéralisée et sont séchées à 175 °C (température du substrat) dans un sécheur équipé d'une unité de post-combustion, avant d'être transportées dans une zone de refroidissement.

Les émissions de COV pourraient être réduites jusqu'à 60 % par la mise en place d'un revêtement par trempage par cataphorèse. Ce procédé a été mis en œuvre en 1990. En plus du revêtement par trempage avec des matériaux à base d'eau, la pulvérisation de matériaux époxy à 2 composants à base de solvants est toujours aussi courante. Ces matériaux contiennent environ 40 à 50 % de solvants et sont appliqués par pulvérisation manuelle.

8.2.3 Protection du soubassement de carrosserie et étanchéité

Après le nettoyage des carrosseries de bus, l'étanchéité est réalisée à l'intérieur et à l'extérieur ainsi que dans la zone du soubassement de carrosserie. C'est seulement après la phase d'étanchéité que l'application de la protection du soubassement de carrosserie se fait. Le matériau de protection du soubassement de carrosserie est soit un polyuréthane à 2 composants, soit une laque diluable à l'eau. L'étanchéité et l'application de la protection du soubassement de carrosserie se font manuellement.

8.2.4 Application de la couche primaire

La couche primaire prépare la surface au revêtement de finition ultérieur. Avec elle, les irrégularités sont bouchées et les imperfections de la couche d'impression sont rendues étanches pour que l'adhérence et la protection anti-corrosion soient assurées. La couche primaire augmente aussi la résistance mécanique de la surface du bus.

Actuellement, seules des couches primaires à base de solvants sont appliquées pour le revêtement des bus en Allemagne. L'application se fait manuellement, et est séchée ensuite. Dans l'installation DaimlerChrysler Neu-Ulm (Allemagne), la couche primaire est appliquée automatiquement avec des cloches à rotation rapide et des robots. Dans ce cas, des couches primaires colorées peuvent être utilisées, afin d'éviter la nécessité d'appliquer deux couches de finition pour les couleurs à faibles qualités couvrantes.

8.2.5 Application de la couche de finition

Du fait de la conception de couleur individuelle dans la production de bus, différents concepts de couche sont utilisés. Bien que différents logos ou motifs soient appliqués à un stade ultérieur, tous les bus passent par les mêmes étapes de peinture. On utilise soit des couches de finition à 1 couche, soit des couches de finition à 2 couches (une couche de finition et une couche transparente). Pour les couleurs ayant un faible pouvoir couvrant (comme le jaune ou le rouge), deux couches sont appliquées, et les couches de finition sont appliquées manuellement. Cela n'est pas nécessaire lorsque des couches primaires colorées sont utilisées.

Comme toutes les couleurs ne sont pas disponibles sous forme de peintures à base d'eau, à l'heure actuelle on utilise exclusivement des couches de finition à base de solvants. Pour l'application de logos ou autres motifs, des revêtements en aluminium sont utilisés. Même si les revêtements en aluminium réduisent la consommation de peinture, cela ne réduit pas essentiellement les émissions de COV car des adhésifs contenant des solvants sont utilisés. Les procédés de peinture des bus se font manuellement, ce qui restreint l'utilisation de revêtements en poudre.

8.2.6 Étanchéité des cavités

Pour l'exécution de la protection anti-corrosion, les surfaces avec cavités dans la structure de la carrosserie sont rendues étanches en appliquant une couche de cire. Une cire à base de solvants avec une teneur en solvants d'environ 60 % est utilisée comme enduit d'étanchéité des cavités.

8.2.7 Systèmes alternatifs et techniques de réduction

Dans certains cas, des peintures à base d'eau sont utilisées dans le revêtement des bus (revêtement par trempage par cataphorèse et protection du soubassement de carrosserie). À une exception près, les peintures à base d'eau ne sont pas appliquées dans les couches de finition. Dans une seule installation, les bus municipaux sont entièrement traités avec des peintures à base d'eau. Le revêtement en poudre n'est toujours pas utilisé pour le revêtement de bus en série. L'application des mesures primaires de réduction d'émissions est toujours très limitée dans le peinture des bus (du fait d'une application manuelle, des petites unités de volume et des demandes spécifiques des clients).

Pour la réduction des émissions, des mesures au point de rejet comme les unités de post-combustion sont utilisées pour le traitement des gaz résiduels émanant des sécheurs, donc seule une petite partie des émissions de COV est collectée et traitée. Aucune expérience concernant des mesures plus efficaces de réduction des émissions n'a été rapportée, comme la combinaison d'adsorption sur charbon actif et des unités de post-combustion pour le traitement des gaz résiduels émanant des cabines de peinture et des sécheurs.

8.2.8 Exemples d'installations de revêtement de bus

Les entreprises DaimlerChrysler AG à Mannheim et à Neu-Ulm en Allemagne sont des exemples d'installations de revêtement de bus. Les capacités de production de ces installations s'élèvent respectivement à environ 2 500 et 3 000 bus par an. À Mannheim, les carrosseries des bus municipaux et des autocars de tourisme (cars) sont produites et reçoivent une couche d'impression grâce à une technique de revêtement par trempage par cataphorèse.

Les autocars de tourisme sont transportés à Neu-Ulm après avoir subi une application de revêtement par trempage, et sont nettoyés à l'eau chaude et séchés. Après ces étapes, le revêtement est appliqué. Les étapes de peinture sont similaires dans les deux installations. On procède dans un premier temps à une peinture par pulvérisation. Pour la protection du soubassement de carrosserie, une résine époxy à 2 composants à base d'eau est traitée. Pour obtenir une surface lisse, les carrosseries des véhicules sont remplies et poncées après montage des flaps. Puis, une couche primaire à base de solvants ou à base d'eau (époxy à 2 composants) est appliquée et poncée à nouveau.

Dans la cabine de peinture, une couche primaire en acrylique est pulvérisée sur la carrosserie. Le matériau est séché à une température de 90 °C. Après un procédé supplémentaire de broyage, le revêtement de surface (matériau à 2 composants) ainsi que la couche transparente sont appliquées par pulvérisation. Plus de 6000 couleurs différentes sont disponibles pour les couches de fond. Les bus traversent les cabines de peinture et les sècheurs jusqu'à 15 fois, jusqu'à application complète des logos et motifs. Les images et les logos sont appliqués par pulvérisation, voire même avec des aérographes, ou encore par revêtement en aluminium.

Il y a des situations dans lesquelles aucune mesure secondaire n'est appliquée, cependant, une oxydation thermique est généralement appliquée aux gaz résiduels émanant des fours de séchage.

Une spécialité de l'entreprise DaimlerChrysler AG à Mannheim est l'utilisation de matériau polyuréthane pour la réduction du bruit de structure. Ce matériau est utilisé à la place de pièces en PVC amortisseur de bruit qui sont généralement liées avec des adhésifs à base de solvants présentant une teneur en solvants moyenne d'environ 65 %. Le matériau polyuréthane est pulvérisé sur la carrosserie du véhicule avec une épaisseur de couche variant de 3 à 8 mm. Cette mise en œuvre est aussi un facteur contribuant à la sécurité du travail, puisque moins d'accidents se produisent et qu'aucun COV n'est émis.

Ce matériau de protection anti-bruit est traité à l'intérieur des bus. Ensuite, un matériau polyuréthane à 2 composants est appliqué comme revêtement de plancher alternatif. En général, un revêtement de plancher en PVC est utilisé dans les bus municipaux. Le matériau est découpé à la taille et collé avec des adhésifs à base de solvants. Comme alternative, un matériau polyuréthane sans solvants est appliqué au moyen d'un pistolet sans air. Cette technique a déjà été appliquée à 145 bus (2002). Contrairement aux planchers en PVC précédents, cette surface ne présente pas de joints qui pourraient ne pas être étanches à l'eau et, par conséquent, aucune corrosion de la carrosserie du véhicule ne peut se produire.

Pour les autocars de tourisme, différents revêtements de plancher sont utilisés ; ces matériaux sont en partie collés au moyen d'adhésifs à dispersion. Des feuilles adhésives double face sont également utilisées.

En résumé, les techniques les plus couramment appliquées sont [8, IFARE et CITEPA, 2002] [138, EGTEI, 2005] :

- * électrodéposition : à base d'eau (teneur en solvants de 5 % (m/m))
- * couche primaire : à base de solvants (teneur en solvants de 45 % (m/m)) ; application électrostatique
- * couche de finition : revêtement à haut extrait sec (teneur en solvants de 45 % (m/m)) ; application électrostatique, couche de fond à base de solvants (teneur en solvants de 75 % (m/m)) ; application à air comprimé (50 %) et application électrostatique (50 %), couche transparente à base de solvants (teneur en solvants de 45 % (m/m)) ; application électrostatique.

Des systèmes alternatifs qui sont moins couramment appliqués sont :

- * électrodéposition : à base d'eau (teneur en solvants de 5 % (m/m))
- * couche primaire : à base d'eau (teneur en solvants de 8 % (m/m)) ; application électrostatique
- * couche de finition : revêtement à haut extrait sec (teneur en solvants de 45 % (m/m)), application à air comprimé ; couche de fond à base de solvants (teneur en solvants de 75 % (m/m)), application à air comprimé ; et couche transparente à base de solvants (teneur en solvants de 45 % (m/m)) ; application à air comprimé.

et :

- * électrodéposition : à base d'eau (teneur en solvants de 5 % (m/m))
- * couche primaire : à base de solvants (teneur en solvants de 45 % (m/m)) ; application électrostatique.
- * couche de finition : revêtement à haut extrait sec (teneur en solvants de 45 % (m/m)) ; application à air comprimé, couche de fond à base d'eau (teneur en solvants de 13 % (m/m)) ; application à air comprimé, et couche transparente à base de solvants (teneur en solvants de 45 % (m/m)) ; application à air comprimé.

et :

- * électrodéposition : à base d'eau (teneur en solvants de 5 % (m/m))
- * couche primaire : à base d'eau (teneur en solvants de 8 % (m/m)) ; application électrostatique

* couche de finition : revêtement à haut extrait sec (teneur en solvants de 45 % (m/m)) ; application à air comprimé, couche de fond à base d'eau (teneur en solvants de 13 % (m/m)) ; application à air comprimé, et couche transparente à base de solvants (teneur en solvants de 45 % (m/m)) ; application à air comprimé.

Alternativement, les émissions sont réduites en utilisant des opérations de peinture par pulvérisation avec une pression d'air réduite. Généralement les applications électrostatiques ne sont utilisées que pour l'application de la couche primaire.

8.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des bus

[13, DFIU and IFARE, 2002]

8.3.1 Bilans massiques

Aucune donnée fournie.

8.3.2 Consommations

8.3.2.1 Matériaux

Normalement, une surface d'environ 200 m² par bus est traitée. Le Tableau 8.1 présente les consommations spécifiques de matériau pour les différentes couches de revêtement.

Matériau (% (m/m))	Consommation spécifique de matériau (g de peinture/m ²)
Revêtement par trempage par cataphorèse, matériau à base d'eau, 3 – 4 % de solvants organiques	120 – 135
Étanchéité des joints et protection du soubassement de la carrosserie (application à base d'eau, manuelle)	Aucune donnée fournie
Couche primaire (à base de solvants : 45 % de solvants organiques, application manuelle)	18 – 22
Couche primaire (à base d'eau : 8 % de solvants organiques, application manuelle)	22 – 26
Couche de finition à 1 couche (à base de solvants : 45 % de solvants organiques, application manuelle)	10 – 40
Couche de fond (à base de solvants : 75 % de solvants organiques, application manuelle)	90 – 100
Couche de fond (à base d'eau : 13 % de solvants organiques, application manuelle)	100 – 110
Couche transparente (à base de solvants : 45 % de solvants organiques, application manuelle)	50 – 65

Tableau 8.1 : Consommations spécifiques de matériau pour les différentes couches
[57, Rentz, et al., 1999]

8.3.2.2 Eau

Comme pour le revêtement des voitures, des fourgons, des camions et des cabines, les principales activités utilisant de l'eau pour les bus sont :

- * le prétraitement (dégraissage)
- * le revêtement de conversion (phosphatation et passivation)
- * l'électrodéposition.

L'utilisation principale d'eau se situe au niveau des étapes de rinçage ; une quantité moins importante d'eau est perdue par évaporation et est utilisée pour produire de nouvelles solutions. Les techniques de gestion et d'économie de l'eau sont décrites en détail dans le Chapitre 20. Il s'agit du rinçage en plusieurs étapes, des techniques de réduction maximale de l'utilisation de l'eau, de la récupération de l'eau et des matières premières.

8.3.2.3 Énergie

Comme pour le revêtement en série des voitures particulières, la demande énergétique la plus élevée provient du chauffage des cabines de peinture et des sècheurs. Les données relatives à la demande énergétique ne sont pas communiquées.

Consommation de chaleur de la cabine de pulvérisation telle qu'installée : 1 200 à 1 400 kW, puissance électrique installée 150 à 170 kW.

Fours : capacité thermique installée de 500 à 700 kW, puissance électrique de 45 kW.

8.3.3 Émissions

8.3.3.1 Émissions dans l'air

Les émissions de COV émanant de la peinture des bus représentent 0,6 % des émissions totales de l'industrie automobile [118, ACEA, 2005] et sont supérieures par mètre carré à celles émanant du revêtement en série des voitures particulières pour les mêmes raisons que pour les camions, voir Section 7.3.3.1.

Dans les installations décrites à la Section 8.2.8, les émissions de COV s'élèvent à environ 225 g/m² sans tenir compte des mesures de réduction des émissions de gaz résiduels émanant des sècheurs. Les valeurs d'émissions de COV de plusieurs installations de fabrication de bus en Europe sont présentées à la Figure 8.1.

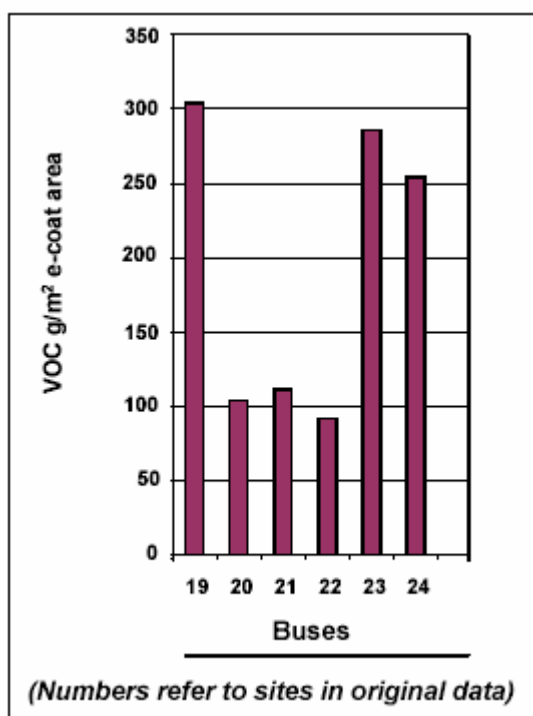


Figure 8.1 : Émissions de COV émanant de plusieurs installations de montage de bus en Europe [118, ACEA, 2005]

Les émissions émanant du nettoyage peuvent être réduites à moins de 20 g/m² en utilisant de bonnes pratiques d'entretien, de nettoyage et des techniques de substitution comme celles rapportées dans les Sections 20.2.2, 20.9 et 20.10 [122, Dupont et May, 2005].

Les émissions de poussière provenant de la surpulvérisation sont couramment inférieures à la valeur d'émission de 3 mg/m³.

8.3.3.2 Émissions dans l'eau

Concernant le dépôt de la surpulvérisation, les cabines de peinture sont généralement équipées d'épurateurs de Venturi. Les boues de peinture générées sont utilisées pour la récupération d'énergie.

8.3.3.3 Déchets

Les boues de peinture générées par la surpulvérisation sont rejetées et peuvent être incinérées, entraînant une récupération d'énergie. Les solvants organiques qui sont utilisés dans le nettoyage des outils et des cabines de peinture sont généralement recyclés (en externe) ou rejetés et peuvent être incinérés, entraînant une récupération d'énergie.

8.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des bus

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer au revêtement des bus. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques peuvent aussi être applicables au revêtement des bus. Le Tableau 8.2 présente les techniques générales applicables au revêtement des bus qui sont décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Le document de synthèse EGTEI relatif au revêtement des bus (voir Annexe 24.1.1) donne des informations sur la rentabilité au niveau européen de certaines techniques de réduction des émissions de COV. Néanmoins, l'approche de l'EGTEI doit nécessairement limiter sa complexité et seules les principales techniques sont fournies, sans prendre en compte les autres facteurs MTD, comme les effets croisés ou les caractéristiques techniques des installations et des produits individuels. [138, EGTEI, 2005]

Le procédé de peinture dans l'industrie de construction de véhicules est une opération très complexe et entièrement intégrée comprenant de nombreuses étapes interdépendantes. Comme chaque étape influence toutes les autres, les décisions prises sur une étape peuvent avoir un impact sur tout ou une partie du processus. De même, certaines combinaisons de techniques peuvent être mutuellement incompatibles. Un système d'application existant peut aussi limiter les choix de revêtement. Par conséquent, lors de la considération des techniques pour déterminer les MTD, il n'est pas sensé de sélectionner chaque étape séparément.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 8.2 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

8.4.1 Matériaux traditionnels à base de solvants

Description : Les peintures traditionnelles à base de solvants ont des teneurs en solvants en masse de 45 % pour la couche primaire, 45 % pour les couches de finition à 1 couche, 75 % pour les couches de fond et 45 % pour les couches transparentes. L'application se fait manuellement au moyen d'un pistolet d'application. En général, les solvants contenus dans les gaz résiduels émanant des sècheurs sont réduits ou détruits (voir Section 20.11), en fonction du débit de l'installation et des niveaux d'émission.

Avantages pour l'environnement : Comparés aux systèmes de peinture à base d'eau, les besoins directs en énergie sont inférieurs du fait d'une meilleure climatisation et d'un pré-séchage accéléré des systèmes à base de solvants. Cependant, cela n'inclut pas la consommation d'énergie nécessaire à la réduction des solvants contenus dans les gaz résiduels.

Effets croisés : Dans les installations décrites à la Section 8.2.8, les émissions de COV s'élèvent à environ 225 g/m² sans tenir compte des mesures de réduction des émissions de gaz résiduels émanant des sècheurs.

Données d'exploitation : Les temps de durcissement sont plus courts que ceux requis pour les systèmes à base d'eau. Par conséquent, des vitesses de chaîne plus élevées peuvent être atteintes dans des zones plus petites du fait des temps de four réduits. Les systèmes à base de solvants peuvent aussi fonctionner sur une plage de température et d'humidité plus étendue. L'équipement en acier inoxydable n'est pas nécessaire.

Applicabilité : Les peintures à base de solvants peuvent être utilisées à toutes les étapes de l'opération de peinture (couche primaire, couche de finition de couleur unie, couche de base, couche transparente et réparation) et peuvent être utilisées sur les métaux et les plastiques. Elles peuvent être appliquées dans des ateliers de peinture nouveaux et existants dans lesquels l'espace et les coûts sont des éléments prohibitifs à l'utilisation d'alternatives et pour lesquels des changements de matériaux de peinture peuvent ne pas être techniquement possibles.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : En raison des contraintes économiques et techniques des ateliers de peinture existants et de certains ateliers de peinture récents, les matériaux à base de solvants peuvent être la meilleure option pour certaines installations. Des objectifs de qualité croissante jouent aussi en faveur de l'utilisation de matériaux à base de solvants.

Installations de référence : DaimlerChrysler Mannheim, DaimlerChrysler Neu-Ulm, toutes les deux en Allemagne.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [68, ACEA, 2004] [76, TWG, 2004] [186, May, et al., 2006]

8.4.2 Remplacement des matériaux à base de solvants (substitution)

8.4.2.1 Systèmes de peinture à base d'eau

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.3. Les systèmes de peinture à base d'eau suivants sont appliqués pour le revêtement des bus :

- * électrodéposition : 3 à 4 % (m/m)
- * couche primaire : teneur en solvants de 8 % (m/m)
- * couche de fond : teneur en solvants de 13 % (m/m)

Avantages pour l'environnement : Une réduction significative de l'utilisation et des émissions de COV peut être obtenue. En utilisant l'électrodéposition, l'opération de couche primaire peut être omise, ce qui conduit à une réduction des émissions de solvant de 90 à 130 g/m².

Effets croisés : L'électrodéposition contenant du plomb ne devrait pas être utilisée, à cause des émissions de poussière lors des opérations de broyage.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : À une exception près, les peintures à base d'eau ne sont pas appliquées comme couches de finition et seule une installation effectue le revêtement complet des bus municipaux avec des peintures à base d'eau.

Aspects économiques : Le procédé d'électrodéposition n'est économiquement faisable que pour des installations disposant d'un débit très élevé (plus de 5 000 bus).

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Daimler Chrysler, Mannheim, Allemagne ; Iveco Italie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [186, May, et al., 2006]

8.4.2.2 Peintures à haut extrait sec

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.2. La peinture à haut extrait sec n'est appliquée que pour les couches de finition à 1 couche et elle présente une teneur en solvants de 40 % (m/m). La différence avec les couches de finition classiques présentant une teneur en solvants de 45 % (m/m) est uniquement marginale.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002, 76, TWG, 2004] [186, May, et al., 2006]

8.4.3 Techniques et équipements d'application de peinture

Le pistolage de bus se fait manuellement, en utilisant des techniques de pulvérisation à air comprimé et électrostatique. La pulvérisation électrostatique n'est utilisée que pour la couche primaire. Cependant, aucune autre information n'a été communiquée pour déterminer quelles techniques de pulvérisation et quels équipements parmi les suivants sont appliqués :

- * pistolage traditionnel à haute et à basse pression, voir Section 20.7.3.8
- * pistolage haut volume, basse pression (HVBP), voir Section 20.7.3.9
- * procédés d'atomisation électrostatique, voir Section 20.7.3.14
- * cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement, voir Section 20.7.3.15
- * pistolage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement, voir Section 20.7.3.17
- * cabines de pulvérisation à séparation humide, voir Section 20.7.4.1
- * techniques d'émulsion à l'eau dans des cabines de pulvérisation, voir Section 20.7.4.3.

8.4.3.1 Électrodéposition

Description : Voir Section 20.7.3.4. Tous les revêtements à électrodéposition utilisés sont à base d'eau ; leur teneur en solvants organiques est généralement de 3 à 4 % (m/m).

Avantages pour l'environnement : En général, les émissions spécifiques de COV sont de l'ordre de 6 à 7 g de COV/m², en fonction de la surface de la carrosserie.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Les avantages de l'électrodéposition sont des revêtements réguliers et complets (aussi dans les cavités), l'absence de formation de bavures sur les coins, une grande efficacité et la possibilité de procédés entièrement automatisés. Les inconvénients sont les fortes exigences essentielles de maintenance des réservoirs de peinture et d'assurance qualité.

Applicabilité : Actuellement, l'électrodéposition est largement utilisée dans le revêtement de voitures, de fourgons et de camions, mais n'est appliquée que dans un petit nombre d'usines de montage de bus.

Aspects économiques : L'électrodéposition implique des coûts élevés d'investissement et des coûts plus élevés de matières premières.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Daimler Chrysler, Mannheim, Allemagne ; Iveco Italie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [186, May, et al., 2006]

9 REVÊTEMENT DES TRAINS

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

9.1 Généralités sur le revêtement des trains

Outre de bonnes qualités optiques de la peinture, une bonne protection anti-corrosion est aussi nécessaire pour les véhicules sur rails. Le système de revêtement appliqué doit résister aux impacts climatiques, aux agents de nettoyage agressifs (utilisés pour effacer les graffitis) ainsi qu'à l'abrasion provenant des contacts à glissement. Les locomotives qui sont utilisées par la German Deutsche Bahn AG sont repeintes tous les huit ans.

9.2 Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des trains

La sélection du système de revêtement, des matériaux, de la couleur et de l'épaisseur de la couche est déterminée par le client. Du fait d'importants débits-volumes et d'opérations discontinues, le traitement des gaz résiduels n'est pas utilisé dans les installations de petite taille. Cependant, dans certaines grandes installations, le traitement des gaz résiduels émanant des sècheurs est pratique courante.

Les procédés de revêtement des véhicules sur rails peuvent être divisés en revêtement des nouveaux véhicules et en opérations de maintenance. Les systèmes de revêtement sont identiques pour les deux procédés. Les deux activités se déroulent généralement à l'endroit où les véhicules sur rails sont fabriqués. Les caractéristiques des opérations de maintenance avec impacts environnementaux sont décrites dans les paragraphes suivants et sont également valables pour les nouvelles constructions :

- * réparation de la peinture dans le département de finition ou lors des opérations de maintenance : la peinture est partiellement poncée et renouvelée
- * finition laquée complète des anciens véhicules sur rails : en fonction de l'état de la laque, la peinture est poncée jusqu'à la couche d'impression ou complètement enlevée par décapage
- * enlèvement de la peinture et nouvelle finition de peinture : après la reconstruction des véhicules sur rails, la peinture ancienne est enlevée par décapage ou poncée jusqu'à la couche d'impression. Puis un nouveau revêtement est appliqué. En général, l'enlèvement de peinture se fait manuellement par grenailage. Pour l'enlèvement de peinture sur de l'aluminium ou de l'acier inoxydable (comme les superstructures), du corindon est utilisé comme grenaille. Pour l'acier normal, de l'acier est utilisé comme grenaille. Après le décapage, la poussière est éliminée de la surface par soufflage avec de l'air comprimé. En général, tous les matériaux de décapage sont recyclés.

Le procédé de construction et de peinture des nouveaux véhicules sur rails est décrit plus en détail dans les paragraphes suivants. Comme les procédés de peinture appliqués sont identiques pour les opérations de construction et de maintenance, cela est également valable pour les procédés de maintenance.

Le Tableau 9.1 présente les systèmes de revêtement utilisés sur les carrosseries de véhicules sur rails selon la réglementation de la Deutsche Bahn AG, à titre d'exemple de construction de couche possible.

Zone	Construction de couche	Matériau ⁽¹⁾	Épaisseur de couche du matériau sec (µm)
Carrosserie complète du véhicule sur rails <u>Surfaces extérieures :</u> Parois frontales et latérales incluant les encastrements de portes et de fenêtres, le toit et aussi les zones avant en plastique renforcé de fibre de verre	• Prétraitement	• Décapage	
	Couche d'impression	EP, be	60
	Enduit au couteau	bs	60
	Couche primaire	Couche primaire PUR ou EP, be	60
		Couche primaire PUR, bs (alternative)	40
	Couche de finition	PUR, bs	40
		PUR, be	20 – 30
		Couche d'impression, be	40
		Peinture PUR, bs et anti-graffiti, bs	40
			40
Toit	Couche primaire	EP, be	80
	Couche de finition	EP, be, film épais	140
		EP, bs, film épais (alternative)	140
Châssis, plancher, soubassement de carrosserie	Couche primaire	EP, be	60
	Couche de finition	EP, be, film épais	140
		EP, be, film épais ou à 1 composant, protection du soubassement de carrosserie (alternative)	140 - 200
Châssis de bogie	Couche primaire	EP, be	60
		EP, bs (alternative)	60
	Couche de finition	EP, be, couche épaisse	140
		EP, bs, couche épaisse (alternative)	140
	Éléments DIN	Cire anti-corrosion	
<u>Surfaces intérieures :</u> Plancher, toit, parois frontale et latérale	Couche primaire	EP, be	
	Couche de finition	EP, be, couche épaisse	
		EP, bs, couche épaisse (alternative)	
	Enduit d'étanchéité	Agent d'étanchéité	
	Isolation acoustique	Résines artificielles, be	

⁽¹⁾ bs : à base de solvants, be : à base d'eau, EP : époxy, PUR : polyuréthane.

Tableau 9.1 : Construction des couches des véhicules sur rails selon la réglementation de la Deutsche Bahn AG [13, DFIU and IFARE, 2002]

Prétraitement des caisses de wagons

Un dégraissage optionnel au moyen d'agents de nettoyage aqueux-alcalins est effectué après le montage (en particulier pour l'aluminium). Ensuite, les surfaces intérieures et extérieures sont nettoyées par décapage. L'agent de projection de particules est partiellement recyclé.

Application de la couche d'impression (sur les zones extérieures et les surfaces intérieures)

La couche d'impression est appliquée sur l'intégralité du wagon. L'application de peinture est exécutée manuellement via une application par pistolet sans air. Outre les peintures traditionnelles, des peintures à base d'eau, à 2 composants, sans chromate, basées sur des résines époxy sont aussi disponibles. La teneur en solvants de ces matériaux varie entre 3 et 5 %. Environ 60 à 100 µm sont appliqués sur le toit et environ 200 µm sur les parois latérales. Les éléments comme les racks à bagages sont traités avec des peintures à base de solvants ou des revêtements en poudre.

Remplissage

Une fois que la couche d'impression est sèche, une couche de remplissage est appliquée manuellement au moyen de palettes métalliques. Le matériau a une teneur en solvants d'environ 16 % (dont 8 % sont réactifs et non pertinents pour les émissions). Après avoir durci le matériau, on procède au ponçage des

parois latérales. La poussière de broyage est éliminée par soufflage avec de l'air comprimé et en utilisant des agents de nettoyage. Généralement, le matériau de la couche de remplissage n'est appliqué que sur les joints de soudure (application de la couche de remplissage minimum).

Application de la couche primaire (de façon générale, uniquement sur les surfaces extérieures)

La couche primaire est appliquée sur les parois latérales au moyen d'une application par pulvérisation mixte. Pour la couche primaire, on utilise soit un matériau époxy, à base d'eau, au durcissement à l'amine et à 2 composants (contenant 3 % de solvants organiques), soit un polyuréthane à base de solvants (contenant 35 % de solvants organiques). L'épaisseur de la couche est d'environ 60 µm. Le temps de séchage est d'environ deux à trois heures. Si un sécheur est utilisé (80 °C), le séchage prend environ 45 minutes. La température du substrat ne peut pas dépasser 45 °C pour les wagons finis, du fait de la présence d'équipements électroniques.

Application de la couche de finition (de façon générale, uniquement sur les surfaces extérieures)

En fonction du type de voie, plusieurs couches de finition sont appliquées (voir Tableau 9.1). Pour la Deutsche Bahn AG, six couleurs différentes sont utilisées pour les véhicules de chemins de fer urbains. Parmi elles, trois couleurs sont utilisées pour le revêtement des parois latérales, une pour le toit, une pour le soubassement de carrosserie et une pour les châssis de bogie. La laque est appliquée au moyen d'une application par pulvérisation mixte. Entre les applications de peinture, l'évaporation se fait (une heure). Une fois la dernière couche appliquée, la peinture est séchée à des températures de 50 à 60 °C. Deux heures après, les surfaces finies sont masquées et la couche de peinture suivante est appliquée. L'épaisseur de la couche de peinture qui est appliquée sur les parois latérales est de 40 µm. Elle peut aller jusqu'à 120 µm en fonction du nombre de couches de peinture. Environ 120 µm sont appliqués sur le toit.

On utilise surtout des produits à base de solvants pour les couches de finition et les couches transparentes. Les clients n'acceptent pas souvent les matériaux à base d'eau. Les systèmes de revêtement doivent faire preuve d'une bonne performance. C'est important, en particulier pour les trains à grande vitesse (300 km/h), pour le nettoyage régulier et l'effacement des graffitis. Bien que des matériaux à base d'eau soient déjà disponibles, les couches de finition à base de solvants sont toujours préférées pour les raisons précédemment mentionnées, et parfois prescrites par les spécifications.

Protection du soubassement de carrosserie

Le soubassement de carrosserie est traité avec une protection spéciale à base d'eau au moyen d'une application par pistelage sans air. Une épaisseur de couche minimale de 120 à 200 µm est appliquée.

9.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des trains

9.3.1 Bilans massiques

Aucune donnée fournie.

9.3.2 Consommations

9.3.2.1 Matériaux

Le Tableau 9.2 présente les consommations spécifiques de matériau pour les différentes couches de peinture. La quantité totale de solvants utilisée (dans les diluants, les agents de nettoyage et les peintures) de l'installation inspectée était de 177,6 tonnes en 1999. Les données pour les films individuels de peinture n'ont pas pu être déterminées.

Peinture/substrat	Consommation (kg)
Couche d'impression	200
Couche primaire	35 - 40
Couche de finition :	
Toits	35
Fenêtres	35
Tresses, bandes de décor	5
Paroi latérale sous les fenêtres	15
Protection du soubassement de carrosserie	150 - 200

Tableau 9.2 : Consommation de matériau par wagon traité

[13, DFIU and IFARE, 2002]

9.3.2.2 Eau

Aucune donnée fournie.

9.3.2.3 Énergie

Du fait d'une opération discontinue de l'installation et des différentes géométries des véhicules sur rails, la demande énergétique par surface revêtue ne peut pas être spécifiée.

9.3.3 Émissions

9.3.3.1 Émissions dans l'air

Seule la poussière provenant de la surpulvérisation et du décapage est déposée. Des valeurs d'émission inférieures à 3 mg/m³ sont obtenues. Les COV émanant des procédés de revêtement sont émis dans l'air sous forme d'émissions directes ou d'émissions diffuses. Dans certaines installations, qui sont soumises à approbation, des unités d'oxydation thermique sont déjà utilisées pour le traitement des gaz résiduels émanant des sècheurs. Des valeurs d'émission inférieures à 50 mg/m³ sont obtenues.

Cependant, comme les cabines de pulvérisation sont extrêmement grandes et que les volumes d'air évacué se situent autour de 200 000 m³/h, les systèmes de filtration à sec sont préférés.

Si un système de peinture standard à base de solvants sans épuration des gaz résiduels est appliqué, environ 326 g de COV/m² sont émis. Sur la quantité totale de solvants de 187,6 tonnes utilisée dans l'installation inspectée, 134,08 tonnes ont été émises et 53,52 tonnes ont été éliminées comme déchets (pas d'unité de combustion thermique installée).

Par la mise en œuvre des mesures suivantes, des valeurs d'émission de moins de 110 g de COV/m² sont obtenues :

- * des techniques spécifiques du matériau :
 - application de couches de fond, de couches primaires et de couches de finition à base d'eau
 - uniquement pour les finitions laquées à 2 couches, application d'une couche transparente traditionnelle
 - application de couches primaires à base d'eau et protection du soubassement de carrosserie en combinaison avec des matériaux de couche épaisse
 - application de couches primaires et de couches de remplissage à base d'eau
 - utilisation minimale d'enduits au couteau et utilisation d'une couche de remplissage à faible teneur en styrène
 - transformation des matériaux pré-enduits (prélaquage en continu) pour les nouveaux véhicules sur rails
- * des techniques spécifiques du procédé :
 - réduction des surfaces peintes, par exemple, par l'utilisation de feuilles adhésives pour les motifs décoratifs ou comme protection anti-graffiti
 - utilisation d'appareils d'application efficaces : pistolage HVBP, sans air et sans air assisté par air
 - recyclage des agents de nettoyage par distillation des restes de peinture et des boues de peinture contenant des solvants
 - utilisation d'un approvisionnement automatisé en coagulants pour la précipitation humide afin d'obtenir une durée de service plus longue de l'eau

9.3.3.2 Émissions dans l'eau

Les eaux usées sont générées par la précipitation humide de la surpulvérisation et par le nettoyage des appareils d'application. Des données plus détaillées n'ont pas pu être déterminées.

9.3.3.3 Déchets

Entre autres, les déchets suivants sont générés par la peinture des véhicules sur rails :

- * boues de peinture

- * filtres à air
- * agents de nettoyage
- * papier à masquer
- * restes de peinture
- * conteneurs de peinture
- * agents de projection de particules

9.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des trains

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer au revêtement des trains. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques peuvent aussi être applicables au revêtement des trains. Le Tableau 9.3 présente les techniques générales applicables au revêtement des trains qui sont décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 9.3 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

9.4.1 Matériaux traditionnels à base de solvants

Description : Les peintures traditionnelles à base de solvants sont : la couche de remplissage (basée sur du polyuréthane), la couche primaire, les couches de finition et les couches transparentes.

Généralement, les solvants contenus dans les gaz résiduels émanant des sècheurs et des cabines de pulvérisation ne sont pas traités. Dans certaines situations, des gaz résiduels émanant des sècheurs sont traités par oxydation thermique.

Un facteur d'émissions de COV rapporté lors de l'application de systèmes à base de solvants (sans contrôle des émissions) est de 326 g/m².

Avantages pour l'environnement : Aucun n'a été rapporté.

Effets croisés : Émissions de COV plus élevées que pour les autres systèmes de revêtement.

Données d'exploitation : Les temps de durcissement sont plus courts que ceux requis pour les systèmes à base d'eau. Par conséquent, des vitesses de chaîne plus élevées peuvent être atteintes dans des zones plus petites du fait des temps de four réduits. Les systèmes à base de solvants peuvent aussi fonctionner sur une plage de température et d'humidité plus étendue. L'équipement en acier inoxydable n'est pas nécessaire. Le traitement des gaz résiduels contenant des solvants est une pratique courante.

Applicabilité : Les peintures à base de solvants peuvent être utilisées à toutes les étapes de l'opération de peinture (couche d'impression, couche de remplissage, couche de finition de couleur unie, couche de base, couche transparente et réparation). Elles peuvent être utilisées sur les métaux et les plastiques. Elles peuvent être appliquées dans des ateliers de peinture nouveaux et existants dans lesquels l'espace et les coûts sont des éléments prohibitifs et pour lesquels des changements de matériaux de peinture peuvent ne pas être techniquement possibles.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : En raison des contraintes économiques et techniques des ateliers de peinture existants et de certains ateliers de peinture récents, les matériaux à base de solvants peuvent être la meilleure option pour certaines installations. Des objectifs de qualité croissante jouent aussi en faveur de l'utilisation de matériaux à base de solvants.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [68, ACEA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

9.4.2 Remplacement des matériaux à base de solvants

9.4.2.1 Peintures à base d'eau

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.3. Les procédés de peinture à base d'eau suivants sont appliqués pour le revêtement des trains :

- * couche d'impression : teneur en solvants organiques de 3 - 5 % (m/m), 2 composants, sans chromate, à base d'époxy
- * couche de remplissage : teneur en solvants de 3 % (m/m), 2 composants, à base d'époxy
- * couche de finition
- * couche de protection du soubassement de carrosserie.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les peintures à base d'eau ne sont normalement pas appliquées pour les couches de finition. Cependant, la Deutsche Bahn AG utilise des couches d'impression, des couches de remplissage et des couches de finition à base d'eau pour les opérations de maintenance.

Même si des couches de finition à base d'eau (couche de finition à 1 couche et métallique) aux propriétés égales sont disponibles, elles ne sont toujours pas acceptées par les clients et ne sont, par conséquent, que rarement appliquées.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Deutsche Bahn AG, Allemagne.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

9.4.2.2 Peintures à haut extrait sec

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.2.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les peintures à haut extrait sec ne sont appliquées que pour la couche de finition à 1 couche et présentent une teneur en solvants de 45 % (m/m).

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

9.4.2.3 Matériaux prélaqués en continu

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.8. Les matériaux prélaqués en continu peuvent être appliqués aux pièces pour remplacer les procédés de pulvérisation.

Avantages pour l'environnement : Une réduction significative des émissions de COV du fait du remplacement des activités de pulvérisation par l'utilisation de matériaux prélaqués en continu.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les matériaux prélaqués en continu sont de plus en plus utilisés pour la production de trains, de voitures de voyageurs et de wagons.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

9.4.3 Techniques et équipements d'application de peinture

9.4.3.1 Pistolage traditionnel à haute et à basse pression

Pour une description générale, voir Section 20.7.3.8. Cette technique d'application de peinture est couramment appliquée.

9.4.3.2 Pistolage haut volume, basse pression (HVBP)

Pour une description générale, voir Section 20.7.3.9. Cette technique d'application de peinture est couramment appliquée.

9.4.3.3 Pistolage sans air

Pour une description générale, voir Section 20.7.3.11. Cette technique d'application de peinture est couramment appliquée.

9.4.3.4 Pistolage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement

Pour une description générale, voir Section 20.7.3.17. Cette technique d'application de peinture est couramment appliquée.

9.4.3.5 Cabines de pulvérisation à séparation humide

Pour une description générale, voir Section 20.7.4.1.

9.4.4 Réduction maximale de la consommation de matières premières

Des systèmes de mélange automatisés, c'est-à-dire le mélange en ligne des produits à 2 composants, sont utilisés. Pour une description générale, voir Section 20.6.3.1.

9.4.5 Traitement des eaux usées

9.4.5.1 Ultrafiltration et nanofiltration

Pour une description générale, voir Section 20.12.6. L'ultrafiltration et la nanofiltration sont toutes les deux utilisées. [13, DFIU and IFARE, 2002]

9.4.6 Traitement des gaz résiduels

9.4.6.1 Séparation de particules Venturi

Pour une description générale, voir Section 12.4.5.1. Les systèmes de Venturi sont utilisés pour améliorer le rendement de l'équipement d'absorption (voir Section 9.4.6.2). [13, DFIU and IFARE, 2002]

9.4.6.2 Épurateur

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.8. Des cabines de pulvérisation sont utilisées, voir Section 20.7.4.1. Cependant, aucune information n'a été communiquée sur la façon dont les gaz résiduels sont traités. Des valeurs d'émission inférieures à 3 mg/m³ de poussière émanant des cabines de pulvérisation sont rapportées. [13, DFIU and IFARE, 2002]

9.4.6.3 Systèmes de filtre sec

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.6. Des valeurs d'émission inférieures à 3 mg/m³ de poussière émanant des cabines de pulvérisation sont rapportées. [13, DFIU and IFARE, 2002]

9.4.6.4 Filtre électrostatique

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.7. Des valeurs d'émission inférieures à 3 mg/m³ de poussière émanant des cabines de pulvérisation sont rapportées. [13, DFIU and IFARE, 2002]

9.4.6.5 Oxydation thermique

Pour une description générale, voir Section 20.11.4.2. Dans certaines installations, des unités d'oxydation thermique sont utilisées pour le traitement des gaz résiduels émanant des sécheurs. Cependant, seulement 20 % de la quantité totale de solvants utilisée est émise à partir des sécheurs. Les 80 % de solvants restants correspondent à des émissions diffuses ou sont éliminés comme des déchets. Les gaz résiduels émanant des cabines de pulvérisation ne sont pas traités. [13, DFIU and IFARE, 2002].

10 REVÊTEMENT DES MACHINES AGRICOLES ET DES ENGINS DE CHANTIER

[13, DFIU and IFARE, 2002] [87, ISACOAT, 2004] [128, TWG, 2005]

10.1 Généralités sur le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier

Les machines produites dans cette industrie sont des véhicules (par exemple des tracteurs, des bulldozers, etc.) ou des équipements utilisés à des fins spécifiques, qui peuvent être mobiles ou non (par exemple, des cribles ou des crépines). Pour couvrir l'ensemble de la gamme des activités, on utilise dans ce document l'expression « machines agricoles et engins de chantier ». La majorité des compagnies produisent leurs machines tout au long de l'année et les vendent principalement au printemps. Du fait des fortes fluctuations saisonnières du marché, les machines sont placées en plein air et subissent les effets des rayonnements ultraviolets, de la pluie, de l'atmosphère marine, parfois pendant presque un an entre le moment de la production et celui de la vente, donc la rétention du brillant et de la couleur, l'adhérence et la protection anticorrosion sont des éléments cruciaux. La principale tâche reste cependant la prévention de la corrosion. À l'usage, le revêtement doit résister à des contraintes mécaniques et chimiques importantes. La corrosion chimique se produit à cause des liquides agressifs contenus dans les matières transportées (comme les pommes de terre, le fumier) et à cause de l'humidité. Le cycle de vie du revêtement ne dure en général pas aussi longtemps que celui du véhicule. Les qualités optiques de la surface sont moins cruciales que pour les voitures.

Les grandes entreprises sont généralement celles qui produisent des machines automotrices. Du fait d'exigences techniques et optiques relativement élevées, le prétraitement et les procédés de revêtement sont assez sophistiqués. La consommation de peinture s'élève à plus de 50 tonnes par an, associée à une consommation de solvants variant de 5 à 50 tonnes par an.

10.2 Procédés et techniques utilisés dans le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier

Des problématiques communes à toutes les sortes de revêtement de machines agricoles et autres sont :

- * des objets tridimensionnels complexes et de grande dimension
- * des tôles relativement épaisses qui sont transformées par usinage laser, soudure, etc.
- * la nécessité d'un prétraitement du fait du traitement des arêtes irrégulières, des résidus, de la rouille et de l'huile sur les surfaces en métal
- * de multiples substrats (acier, fonte, bois, thermoplastiques, matières plastiques thermodurcissables, plastiques renforcés de fibre, pièces pré-assemblées)
- * une application par air comprimé, par pulvérisation mixte et sans air, une application assistée électrostatiquement, un trempage et/ou une électrodéposition sont possibles
- * des conditions de cuisson limitées du fait de la masse ou des pièces thermosensibles pré-assemblées
- * une couleur unie principale pour la couche de finition (caractéristique de la marque) et quelques couleurs supplémentaires (motifs)
- * un système monocouche ou bicouche (couche primaire plus couche de finition sur les surfaces externes visibles, ou couche de finition à 1 couche)
- * une grande qualité de finition concernant la protection anticorrosion (arêtes), la rétention du brillant et de la couleur, la résistance chimique, l'adhérence, etc.

Le procédé classique en Europe centrale pour les machines automotrices de grande taille (moissonneuses-batteuses, semoirs/moissonneuses de pommes de terre) inclut l'électrodéposition (monocouche anodique ou couche primaire cathodique) et l'application d'une couche de finition sur la couche primaire (à 2 composants, à base de solvants et à haut extrait sec, pulvérisée sur des zones de surface partielles, ou couche de finition à base d'eau, appliquée par trempage). Cependant, les techniques traditionnelles sont encore largement utilisées, en particulier pour les petites machines.

Les couches primaires et les couches de finition à 1 couche doivent atteindre toutes les parties des machines. Du fait de la structure complexe des objets, le trempage des composants avant l'assemblage est la meilleure option car le procédé peut être automatisé. Si les installations ne sont pas disponibles à cause d'une faible capacité ne justifiant pas d'investissement, l'application par pulvérisation est faisable avec certains inconvénients au niveau de la qualité. Pour pouvoir atteindre les surfaces internes des machines, l'application par pulvérisation mixte est préférée. Pour les surfaces externes, le support électrostatique de l'application est faisable et largement utilisé.

Techniques traditionnelles

Couches primaires : à base de polybutyral de vinyle (PVB) ou d'une résine alkyde durcie à l'acide (acide phosphorique) pour les opérations de pulvérisation ; ou trempage dans des matériaux à base de solvants (solvants organiques ou hydrocarbures chlorés à base de résines alkydes).

Couche de finition à 1 couche : le trempage dans des matériaux à base de solvants est largement utilisé ; des revêtements en résine alkyde contenant des solvants organiques, et même des hydrocarbures chlorés, sont toujours utilisés.

Couche de finition : habituellement du polyester/une résine alkyde à base de solvants.

Nouvelles techniques

Couche primaire : à base d'eau ou à base de solvants, basée sur de l'époxy à 2 composants pour la pulvérisation ; ou des revêtements à base d'eau pour les procédés traditionnels et l'électrodéposition ; les résines sont principalement du polybutadiène (électrodéposition anodique) ou de l'époxy.

Couche de finition à 1 couche : des revêtements à base d'eau sont disponibles pour les procédés traditionnels et l'électrodéposition ; les résines sont principalement de l'acrylique du fait des exigences en matière de résistance aux rayonnements ultraviolets.

Couches de finition : acrylate/polyester durci à l'isocyanate (à extrait sec moyen, à haut extrait sec ou à base d'eau) ou acrylique à un composant (à base d'eau, cuisson élevée) pour la pulvérisation ; ou des revêtements en polyester ou en acrylique (à base d'eau) pour le trempage traditionnel. Le revêtement en poudre a été utilisé avec succès.

Généralement, on applique une seule couche primaire de couleur et au maximum quatre couleurs pour les couches de finition liquides. Donc pour chaque couche primaire en époxy comme pour les couches de finition durcies à l'isocyanate, l'utilisation de machines de mélange de 2 composants est techniquement et économiquement faisable.

10.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des machines agricoles et des engins de chantier

10.3.1 Bilans massiques

Aucune donnée fournie.

10.3.2 Consommations

10.3.2.1 Matériaux

Aucune donnée fournie.

10.3.2.2 Eau

Aucune donnée fournie.

10.3.2.3 Énergie

Aucune donnée fournie.

10.3.3 Émissions

Cette industrie entre dans la catégorie « autres revêtements » dans la DES [123, EC, 1999] (voir Annexe 24.6).

10.3.3.1 Émissions dans l'air

Les gaz résiduels émanant des cabines de peinture et des sècheurs sont traités par post-combustion ; on obtient des concentrations inférieures à 20 mg de C/m³ dans les gaz propres. Par conséquent, les émissions de COV émanent principalement de sources diffuses, comme les zones d'évaporation situées à l'avant des sècheurs.

10.3.3.2 Émissions dans l'eau

Les réservoirs de rinçage utilisés dans le prétraitement des pièces à traiter génèrent des eaux usées. Dans une installation, environ 18 à 20 m³ d'eaux usées sont générés chaque jour. Cette quantité peut être divisée par deux par la mise en œuvre d'une technique de rinçage en cascade. Du fait de l'unité d'ultrafiltration, l'installation de revêtement par trempage ne génère pas d'eaux usées.

10.3.3.3 Déchets

L'ultrafiltration peut être utilisée pour le recyclage de matériau de revêtement par trempage provenant des réservoirs de rinçage suivants. La quantité de conteneurs contenant des restes de peinture peut être réduite par l'utilisation de grands conteneurs consignés pour les couches de finition standard.

10.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer au revêtement des machines agricoles et des engins de chantier. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques peuvent également s'appliquer au revêtement des machines agricoles et des engins de chantier. Le Tableau 10.1 présente les techniques générales applicables au revêtement des machines agricoles et des engins de chantier qui sont décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 10.1 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

10.4.1 Matériaux traditionnels à base de solvants

Description : Les revêtements à base de solvants pour le pistelage peuvent être des résines alkydes durcies à l'acide, du polyester, du PVB, une couche de finition à 1 couche ou une couche de finition à 2 composants (50 % de solvants organiques). Pour le trempage, des hydrocarbures chlorés sont toujours utilisés ainsi que des solvants non chlorés avec des résines alkydes. Voir Section 20.7.2.1.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Les hydrocarbures chlorés correspondant aux phrases de risque R45, R46, R49, R60 et R61 sont nocifs pour la santé humaine. Ceux correspondant à la phrase de risque R59 sont des substances de destruction de l'ozone.

Données d'exploitation : Le trempage est toujours couramment appliqué. L'application par pulvérisation manuelle au moyen de pistolets de pulvérisation HVBP électrostatiques donne une épaisseur de couche d'environ 25 µm. La surpulvérisation se dépose à sec. Le séchage se fait dans un sécheur à convection dans lequel les gaz résiduels sont traités par une unité de post-combustion.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Les coûts des matériaux de revêtement classiques (revêtements par trempage chloré, revêtements à base de PVB) étaient extrêmement bas en termes de kilogrammes ou de litres par rapport aux alternatives telles que les couches primaires à base d'époxy et l'électrodéposition. Néanmoins, on peut montrer qu'en termes de coût par mètre carré ou par objet enduit, le coût total du procédé des nouvelles technologies est assez compétitif (en incluant la consommation de matières premières, le coût et l'amortissement du capital, la main d'œuvre, l'énergie et d'autres coûts liés au procédé). Cela est tout particulièrement vrai si l'on peut obtenir une utilisation adéquate de la capacité installée.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002, 76, TWG, 2004] [87, ISACOAT, 2004] [128, TWG, 2005]

10.4.2 Remplacement (substitution) et réduction des matériaux à base de solvants

10.4.2.1 Procédés de peinture à base d'eau

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.3. Les procédés de peinture à base d'eau sont appliqués dans :

- * électrodéposition : teneur en solvants de 2 à 6 % (m/m)
- * couche de finition à 1 couche : teneur en solvants de 11 % (m/m).

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les procédés de peinture à base d'eau sont couramment appliqués pour l'électrodéposition et les couches de finition à 1 couche.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

10.4.2.2 Revêtements en poudre

Description : Voir Section 20.7.2.6. Un fabricant a remplacé son procédé de revêtement de surface traditionnel par un revêtement en poudre à base de solvants. Un nouveau système innovant de maintenance des bains et de rinçage à l'eau est utilisé, avec un nettoyage aqueux avant tout traitement de surface supplémentaire. Après le prétraitement, les pièces à traiter sont d'abord enduites d'un revêtement par trempage à base d'eau, puis une couche de finition en poudre est appliquée.

Avantages pour l'environnement : Émissions de COV et consommation d'énergie et de solvants réduites. Le Tableau 10.2 présente la consommation d'énergie et de solvants de deux installations, une ancienne et une récente.

	Ancienne installation	Nouvelle installation
Consommation de solvant	41 g/m ²	13,6 g/m ³
Énergie totale	49,97 MWh/an	27,73 MWh/an
Énergie spécifique pour le séchage	6,84 kWh/m ²	5,48 kWh/m ²

Tableau 10.2 : Consommation d'énergie et de solvants de deux installations, une ancienne et une récente

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : La surface est enduite avant l'assemblage du véhicule. Les gaz résiduels émanant de la couche primaire par immersion cathodique précédente et des sècheurs après l'application de la couche primaire et du revêtement en poudre passent par un oxydant régénérateur. On obtient des valeurs d'émission inférieures à 20 mg de C/m³.

Applicabilité : Applicable dans les nouvelles installations.

Aspects économiques : L'investissement que représente une nouvelle installation de revêtement en poudre est de 1,35 million EUR. Le procédé est extrêmement économique.

Moteurs de la mise en œuvre : Directive IPPC, Directive relative aux émissions de solvants 1999/13/CE.

Installations de référence : CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH, Allemagne.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [104, UBA - DE, 2004]

10.4.2.3 Matériaux prélaqués en continu

Voir Section 20.7.2.8. Certains fabricants appliquent une électrodéposition et un revêtement de surface avant l'assemblage ; les matériaux prélaqués en continu pourraient dans ce cas être une option envisageable.

[13, DFIU and IFARE, 2002]

10.4.3 Techniques et équipements d'application de peinture

L'application par pulvérisation sur les machines agricoles et engins de chantier s'effectue manuellement, par trempage, en utilisant des techniques de pulvérisation HVBP électrostatique et à air comprimé, voir respectivement Section 20.7.3.8 et Section 20.7.3.9. Cependant, aucune autre information n'a été communiquée pour déterminer quels sont les techniques et les équipements suivants qui s'appliquent :

- * procédés d'atomisation électrostatique, voir Section 20.7.3.14
- * cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement, voir Section 20.7.3.15
- * pistelage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement, voir Section 20.7.3.17
- * application de revêtements en poudre – pistelage assisté électrostatiquement, voir Section 20.7.3.18
- * cabines de pulvérisation à séparation humide, voir Section 20.7.4.1
- * techniques d'émulsion à l'eau dans des cabines de pulvérisation, voir Section 20.7.4.3.

10.4.3.1 Trempage traditionnel

Description : Voir Section 20.7.3.3. Le trempage est utilisé pour l'application de couches de finition à 1 couche. Des couches de 85 µm sont couramment réalisées.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Par rapport au pistelage, des couches de revêtement plus épaisses sont réalisées, ce qui pourrait par conséquent entraîner une consommation plus élevée de matières premières, même si le rendement des applications par pulvérisation est faible. Avec le trempage, on obtient généralement une

épaisseur de 85 μm , et une épaisseur de couche de 50 μm peut être réalisée lors de l'application de revêtement par pistolage (HVPB).

Données d'exploitation : Certains fabricants appliquent des couches de finition (et des électrodépositions) sur les pièces à traiter avant que l'assemblage n'ait lieu. En plus d'autres avantages, des procédés plus automatisés peuvent être utilisés. Cependant, le revêtement par trempage nécessite un certain débit minimum (surface enduite) lié au volume du réservoir, afin d'éviter des durées de renouvellement complet du contenu du réservoir supérieures à un an.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002, 87, ISACOAT, 2004]

10.4.3.2 Électrodéposition

Description : Voir Section 20.7.3.4. Tous les revêtements à électrodéposition utilisés sont à base d'eau ; leur teneur en solvants organiques varie généralement de 2 à 6 % (m/m) et ils sont sans plomb.

Avantages pour l'environnement : On peut obtenir un rendement d'environ 98 %.

Effets croisés : Dans le revêtement de machines agricoles et engins de chantier, il a été constaté que la demande énergétique pour les applications de phosphatisation et de couche d'impression par trempage était nettement plus élevée que celle du prétraitement et des applications de peinture classiques. Par conséquent, les émissions de CO_2 sont aussi respectivement plus élevées.

Données d'exploitation : Certains fabricants appliquent des revêtements par trempage (et des couches de finition) sur les pièces à traiter avant que l'assemblage n'ait lieu. En plus d'autres avantages, des procédés plus automatisés peuvent être utilisés.

Applicabilité : Actuellement, l'électrodéposition est largement utilisée pour l'application d'électrodéposition.

Aspects économiques : L'électrodéposition implique des coûts élevés d'investissement et de matières premières. Des économies de main d'œuvre sont possibles par la mise en œuvre de procédés automatisés.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

10.4.3.3 Pistolage haut volume, basse pression (HVPB)

Description : Voir Section 20.7.3.9. La substitution des revêtements par trempage par une application par pulvérisation pour les couches de finition montre que les temps de cycles peuvent être réduits, ce qui conduira également à une réduction des coûts.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : L'utilisation de pistolets HVPB est toujours très limitée. Des rendements d'application de plus de 50 % sont à prévoir.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

10.4.4 Formation

Description : De nouveaux systèmes de revêtement (par exemple à base d'eau, à haut extrait sec) nécessitent une adaptation des comportements d'application, sans quoi les films appliqués sont trop épais. En général, les nouveaux matériaux de revêtement ont souvent des fenêtres d'application restreintes ; par conséquent, les installations techniques et les compétences des opérateurs doivent être améliorées.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [87, ISACOAT, 2004]

10.4.5 Peinture par lots/regroupement de couleurs

Cette technique est couramment appliquée car le nombre de couleurs appliquées est généralement limité, voir Section 20.6.3.6.

10.4.6 Traitement des gaz résiduels

Les techniques suivantes sont couramment appliquées :

- * les solvants contenus dans les gaz résiduels émanant des sècheurs sont extraits, réduits ou détruits (voir Section 20.11.2.5), en fonction du débit de l'installation et des niveaux d'émission
- * systèmes de filtres secs, voir Section 20.11.3.6. Une « élimination à sec » des particules de peinture est appliquée
- * filtre électrostatique, voir Section 20.11.3.7. Une « élimination à sec » des particules de peinture est appliquée.

10.4.7 Traitement des eaux usées

Les techniques suivantes sont couramment appliquées :

- * l'ultrafiltration et la nanofiltration sont couramment appliquées dans les bains de trempage par électrodéposition, voir Section 20.12.6
- * rinçage en cascade, voir Section 20.7.5.1
- * utilisation d'échangeurs d'ion, voir Section 20.7.5.2.

11 REVÊTEMENT DES BATEAUX ET DES YACHTS

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

11.1 Généralités sur le revêtement des bateaux et des yachts

Les bateaux sont largement construits à partir d'acier de construction navale, et les yachts à partir d'acier de construction navale et d'aluminium, et de plastiques renforcés à la fibre (FRP). Ces matières se corrodent ou se détériorent lorsqu'elles ne sont pas protégées et doivent, par conséquent, être préservées grâce à des systèmes de protection anticorrosion. Les coûts requis dans le cas de la construction d'un bateau varient entre 3 et 7 % environ du coût total de construction. La protection anticorrosion renforce la sécurité du bateau durant les passages, maintient la valeur du bateau et réduit les coûts de maintenance. Différentes parties du bateau, comme la coque (au-dessus et au-dessous du niveau de flottaison), les ponts extérieurs, la cale et les citernes sont exposées à un degré variable de corrosion, donc différents systèmes de protection anticorrosion sont appliqués. La prévention de la salissure par l'application d'agents antisalissure est également importante. La résistance à l'action mécanique sur les zones de surface et les ponts, et la qualité visuelle des diverses zones sont aussi des facteurs clés des spécifications des revêtements.

Les exigences en matière de revêtement de bateaux et de yachts sont différentes. Pour la peinture des navires de commerce, l'adhérence, la protection anticorrosion et la prévention de la salissure sont des éléments clés. Pour le revêtement des yachts, l'apparence joue aussi un rôle crucial, par conséquent, le revêtement des navires de commerce et celui des yachts sont décrits séparément. Du fait d'une construction différente, de procédés de revêtement et de prétraitement différents, la peinture des bateaux neufs et la réparation et la maintenance sont aussi considérées séparément. Aucune information sur la peinture des navires de guerre n'a été communiquée.

En 2004, les chantiers navals européens ont construit 360 bateaux, représentant plus de 4 millions de tonnes brutes compensées, soit 17 % des parts du marché mondial en volume, avec une valeur de plus de 10 milliards EUR – environ 30 % du chiffre d'affaires mondial. Du volume total exprimé en tonnes brutes compensées, les navires porte-conteneurs représentent 26 %, les navires à passagers 24 % et les transporteurs de produits et de produits chimiques 12 %. Les activités européennes de réparation navale généraient un chiffre d'affaires total de 1,9 milliard EUR en 2004.

L'industrie du canotage de plaisance de l'UE comprend 37 200 compagnies et au moins 272 000 employés directs générant dans la région des revenus de 23,4 milliards EUR. La construction et la réparation de yachts varient en échelle, de l'artisan aux grands fabricants, c'est-à-dire en volumes de production ou en taille de yachts, et environ 98 % de ces entreprises sont des PME. Ce chiffre inclut aussi les fabricants de moteurs marins, les fabricants de peinture sous-marine et pour yachts, les entreprises d'électronique de pointe et les fabricants d'équipements.

11.2 Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des bateaux et des yachts

Les systèmes de revêtement consistent en une ou plusieurs couches de revêtement à base de solvants, à faible teneur en solvants ou sans solvants. Les bases des liants sont principalement de la résine époxy (généralement à 2 composants), du polyuréthane, des acrylates, de la résine alkyde et du caoutchouc chloré. L'épaisseur totale d'une couche varie entre 200 et 1 000 µm. Une couche plus épaisse pour les revêtements de surface spéciaux est généralement appliquée aux cales et aux zones de travail. Les matériaux de revêtements sont généralement appliqués au moyen de procédés de pistelage sans air, qui autorisent un traitement des produits à faible teneur en solvants ou sans solvants. L'application au rouleau et à la brosse est largement utilisée dans le revêtement des yachts, et les rouleaux sont utilisés dans le revêtement avant la livraison des navires à passagers. Ces méthodes ne sont pas beaucoup utilisées dans d'autres secteurs de l'industrie (à l'exception des zones de petite taille).

En ce qui concerne la construction de nouveaux bateaux et yachts, et la réparation et la maintenance des yachts, la préparation et les revêtements sont tous les deux généralement négociés entre le chantier naval et le client. Les spécifications tiendront compte des protections physiques et anticorrosion requises, de l'apparence et du revêtement antisalissure, ainsi que des exigences de garantie. En matière de réparation et de maintenance des bateaux, le client a plus d'influence sur le choix du revêtement et peut même acheter directement les revêtements.

11.2.1 Nouvelle construction

Le revêtement de bateaux est réalisé en grande partie par des entrepreneurs spécialisés dans la protection anticorrosion pour la construction navale. Dans la construction navale moderne, la tôle est découpée en sections ou en blocs. Il s'agit de grands sous-ensembles qui sont ensuite assemblés dans une cale de construction ou dans une cale de lancement (les bateaux étaient autrefois construits dans la cale en commençant par la quille et en poursuivant la construction vers le haut). Ils sont alors enduits après un prétraitement de surface avec un système de revêtement dépendant des spécifications. Le revêtement multiple de sections est réalisé en plein air, dans de grands halls de construction navale (généralement une cale sèche couverte ou une cale de lancement couverte) ou dans des ateliers de revêtement et de décapage spécialement équipés. Les zones non enduites pour cause de soudure sont achevées dans la coque terminée sur les cales ou dans des cales. Dans les chantiers navals de plus petite dimension, la coque est complètement enduite après l'assemblage sur les cales ou dans des cales.

La protection anticorrosion commence avec un prétraitement de surface primaire en fonction des spécifications standards en matière de degré de préparation. Toutes les tôles et toutes les sections en acier utilisées pour construire le bateau sont complètement décapées dans des installations automatisées pour éliminer la calamine, la rouille et d'autres impuretés. Cela confère à la surface en acier une rugosité spécifique qui assure une bonne adhérence du revêtement. Ensuite, une couche d'atelier (à base de solvants ou à base d'eau) est appliquée pour protéger l'acier jusqu'à ce qu'un autre revêtement soit appliqué. Les tôles et les sections en acier sont souvent traitées avec une couche d'atelier par le fournisseur. Le traitement de surface des sections assemblées composées de tôle en acier, ou de la coque complète, s'effectue par décapage partiel avec un agent humide ou sec ou par ponçage à angle. Cette technique élimine la corrosion sur les joints de soudure ainsi que les impuretés, et dégrossit la surface. Dans les chantiers navals de grande dimension, les sections sont traitées dans des ateliers dédiés de décapage et de revêtement.

Dans les zones fermées, des systèmes de ventilation sont utilisés et peuvent inclure une réduction de la poussière et des COV. Les grenailles peuvent être collectées et traitées en vue d'une réutilisation et/ou d'un recyclage.

Le revêtement des yachts s'effectue soit par une équipe spécialisée sur le chantier, soit par des sous-traitants spécialisés qui peuvent obtenir la qualité de finition requise pour les yachts. De plus en plus, les couches d'atelier à base d'eau sont utilisées pour les yachts en acier et en aluminium.

11.2.2 Réparation et maintenance des bateaux

La réparation et la maintenance (incluant la peinture) de la coque s'effectuent durant le carénage dans des cales sèches (en béton) ou sur des docks flottants (en acier). En fonction de l'état de la surface, les zones endommagées sont nettoyées et de nouveau enduites, ou la peinture est complètement éliminée de la coque avant de la repeindre. Le nettoyage des zones à traiter peut s'effectuer par décapage à sec ou sablage humide, ou par un jet d'eau douce sous haute pression.

Les peintures sont spécifiées par les propriétaires des bateaux. Les grands chantiers de réparation traitent au moins quatre bateaux simultanément, avec des peintures spécifiées par différents fournisseurs.

11.2.3 Revêtement des bateaux

La préparation et l'application du revêtement pour une nouvelle construction et pour la maintenance s'effectuent généralement en plein air.

Protection anticorrosion de la coque

Le revêtement s'effectue en fonction de la durée de vie du revêtement antisalissure, de la protection anticorrosion requise et de la couleur requise. La zone à enduire est dégraissée, et des revêtements en résine alkyde, en polyuréthane ou en résines acryliques sont appliqués. Sur les zones critiques, comme l'ensemble de la zone externe, dans les cales ou les réservoirs d'eau, des revêtements à 1 couche ou à couches multiples en résine époxy (à 2 composants) sont généralement appliqués. Les revêtements en caoutchouc chlorés sont rarement utilisés, car les solvants chlorés utilisés sont régis par la réglementation de l'UE. Les revêtements satisfont des exigences visuelles, comme la couleur et le brillant, ainsi que des exigences en matière de résistance aux actions mécaniques et à la corrosion. Les matériaux de revêtement sont généralement fournis par pots de 20 litres, bien que pour les applications à grande échelle, des conteneurs réutilisables de 1 000 litres (grands récipients pour vrac) puissent être utilisés.

Couche de liaison (coque)

Servant de couche de liaison (agent de couplage) entre la peinture de protection anticorrosion et le revêtement final de peinture antisalissure, une couche de liaison à base de solvants, en époxy ou en résine vinyloxy à 1 ou 2 composants est appliquée. Pour certains systèmes de peinture, un agent de couplage n'est pas nécessaire si l'application de la peinture antisalissure est effectuée dans les 36 heures suivant l'application du matériau de protection anticorrosion, bien que cette technique (humide sur humide) soit rarement utilisée. L'agent de couplage est aussi appliqué grâce à une technique de pistoletage sans air. L'épaisseur de la couche varie de 75 à 100 µm environ.

Antisalissure (coque)

[128, TWG, 2005] [175, Kiil, et al., 2006/07]

Les peintures antisalissures sont appliquées sur la coque du bateau pour prévenir l'apparition et le développement d'organismes salissants (bactéries, algues et animaux). La présence de ces salissures augmente la rugosité de la surface, entraînant une résistance de frottement accrue, qui à son tour provoque une consommation de combustible supérieure à vitesse égale ou une vitesse moindre à niveau de consommation de combustible égal. Jusqu'à 150 kg d'organismes peuvent s'installer sur une surface d'un m² en six mois. La résistance de frottement accrue peut entraîner une augmentation allant jusqu'à 40 % de la consommation de combustible. Cela entraînera soit des frais ou des dépenses de soute du fait d'une perte de revenus, soit des retards. La salissure de la coque du bateau réduit également la manœuvrabilité du bateau et accroît la possibilité d'une corrosion prématurée. De plus, en appliquant une peinture antisalissure, le potentiel de migration des organismes salissants diminue aussi.

Les revêtements antisalissures principalement utilisés de nos jours contiennent des biocides organiques et inorganiques incorporés dans un système de liant. Les biocides sont dégagés par la peinture d'une manière contrôlée, créant une microcouche sur la surface de la coque d'une concentration suffisante pour empêcher les organismes de s'y installer. Jusqu'en 2003, la majorité des peintures antisalissures utilisaient des composés organostanniques comme biocides, incorporés dans le système de liant autolustrant. Du fait de l'inquiétude croissante concernant les effets négatifs de ces produits sur l'environnement marin (par exemple sur certains escargots et sur certaines huîtres), l'Organisation Maritime Internationale (OMI), un organe de l'ONU, a étudié le tributylétain (TBT) dans le cadre d'un programme de travail au cours des années 90. En octobre 2001, l'OMI a adopté la Convention internationale sur le contrôle des systèmes antisalissures nuisibles sur les navires, interdisant l'application de peinture à base de TBT sur les bateaux à partir de janvier 2003. À partir du 1^{er} janvier 2008, l'utilisation de peinture active à base de TBT sera interdite, ce qui signifie que toute peinture à base de TBT sur les coques de bateaux devra soit être protégée, soit être retirée à cette date. Dans l'UE, cette interdiction a été renforcée par un amendement à la Directive sur le Marketing et l'Utilisation, selon lequel l'application de peinture à base d'étain a été interdite dans les chantiers navals de l'UE à partir du 1^{er} janvier 2003. De plus, une réglementation de l'UE est entrée en vigueur pour, en principe, mettre en œuvre la Convention de l'OMI dans tous les pays de l'UE à partir du 1^{er} juillet 2003. Aujourd'hui, les principaux fabricants de peinture antisalissure ont retiré progressivement les peintures antisalissures à base de TBT de leurs gammes de produits.

Les biocides organiques utilisés dans les peintures antisalissures actuelles conformément à la Convention de l'OMI (1 à 10 % m/m) se dégradent rapidement une fois qu'ils sont libérés de la surface de peinture. Quasiment toutes les peintures antisalissures contiennent jusqu'à 50 % m/m de cuivre, qui sert de principal biocide. Le cuivre est un métal et n'est pas biodégradable. Cependant, la majeure partie du cuivre dissous se lie à des particules et à des substances organiques dans l'eau et sa disponibilité aux organismes est donc réduite voire complètement éliminée. La sédimentation déplace les complexes de cuivre dans le compartiment des sédiments, où il est étroitement lié aux substances organiques et aux composés inorganiques.

Tous les deux à cinq ans, le revêtement antisalissure de la coque du bateau est renouvelé dans une cale sèche en fonction du type de revêtement et du temps de service du bateau. Les restes de peinture abîmée sont généralement éliminés par décapage (le ponçage ou le brossage peuvent être utilisés dans certains cas) et la peinture anticorrosion est réparée. Ensuite, la coque complète est enduite d'une peinture antisalissure à base de solvants appliquée par pistoletage sans air en un film sec d'une épaisseur de 150 à 500 microns par couche, en fonction des spécifications. La surpulpérisation est en partie émise dans l'environnement, emportée par le vent, par le ruissellement des pluies ou par inondation de la cale sèche, ou elle est collectée, selon les mesures de contrôle en vigueur.

L'épaisseur du film sec du système de peinture complet sur la coque, incluant les revêtements anticorrosifs, la couche de liaison et la peinture antisalissure, varie de 500 à 1 000 microns (0,5 à 1 mm) environ.

Revêtement de la superstructure et du franc-bord

Une couche d'impression en polyuréthane, à 2 composants et à base de solvants peut être pulvérisée sur la couche primaire ; cependant, de nombreux autres systèmes sont aussi disponibles. Généralement, deux couches de 60 µm chacune sont appliquées. Sur la couche d'impression, deux couches d'un matériau en polyuréthane à base de solvants à 2 composants sont alors appliquées. Chaque couche a une épaisseur de 40 µm. L'épaisseur de la couche de peinture complète varie entre 250 et 300 µm environ pour la superstructure. Alternativement, un système à deux couches, constitué d'une couche de résine époxy de 170 microns et d'une couche de finition flexible en polyuréthane à haut extrait sec de 80 microns, est également utilisé.

11.2.4 Réparation et maintenance du revêtement des yachts

Les yachts sont des bateaux de plaisance d'une longueur maximale de 180 m, bien qu'il y ait eu de récents développements augmentant leur longueur jusqu'à 190 et 200 mètres. Les yachts sont en partie peints avant l'assemblage. En fonction des demandes du client, le système de revêtement appliqué varie et, pour cette raison, une seule option est décrite dans les paragraphes suivants.

Les yachts sont fabriqués en acier de construction navale et en aluminium, bien que la majorité des yachts (les plus petits) soient composés de plastique renforcé à la fibre. Des parties du yacht ou seulement la superstructure peuvent être composées d'aluminium. Le ponçage est réalisé entre l'application des couches de peinture. Le prétraitement et l'application de la couche primaire diffèrent en fonction du matériau utilisé. L'utilisation de matériaux à base d'eau pour le revêtement des yachts est en augmentation.

Bien que le pistolage sans air soit largement utilisé, les rouleaux et les brosses sont toujours utilisés, en fonction de la qualité requise.

Prétraitement et application de la couche primaire sur l'acier de construction navale

D'abord, la coque et la superstructure sont traitées par grenaillage, puis on applique soit une couche de remplissage à base de phosphate de zinc, soit une couche primaire sans chrome et sans zinc, afin d'obtenir le profil correct et une finition lisse (comme la couverture de la rugosité de soudure). Les deux matériaux sont des résines époxy à base de solvants. L'épaisseur de la couche varie de 40 à 60 µm.

Prétraitement et application de la couche primaire sur de l'aluminium

Pour le dégraissage et l'élimination des couches oxydées, les surfaces en aluminium sont traitées avec des agents de nettoyage. Ensuite, une couche primaire en époxy à 2 composants ou une couche primaire en PVC à 1 composant est appliquée. Comme pour le revêtement de bateaux, la peinture de protection anticorrosion est pulvérisée sur la couche primaire. Ce matériau en époxy à base de solvants est appliqué au moyen d'une technique sans air en deux à quatre couches dont l'épaisseur est de 120 µm chacune environ. Le revêtement antisalissure est généralement appliqué directement sur la couche en époxy. Si l'on applique une couche de liaison, elle est composée de peinture en vinyle à 1 composant et à base de solvants, appliquée par pistolage sans air. L'épaisseur de la couche est d'environ 40 µm.

Ensuite, deux couches d'un matériau antisalissure à base de solvants sont appliquées par pistolage sans air ou au rouleau. L'épaisseur de la couche du revêtement antisalissure est d'environ 100 µm pour chaque couche. Des revêtements antisalissures autolustrants à base de cuivre sont généralement utilisés. Cependant, ils peuvent aussi contenir d'autres biocides.

Revêtement de la superstructure

Comme la coque, la superstructure composée d'acier de construction navale ou d'aluminium est aussi enduite de deux couches de matériau de protection anticorrosion à base de solvants (époxy à 1 ou 2 composants ou peinture polyuréthane). Elles sont appliquées grâce à des techniques de pistolage sans air. L'épaisseur de la couche appliquée est d'environ 120 µm.

Une fois que la peinture de protection anticorrosion est sèche, des matériaux de remplissage sont appliqués sur l'aluminium et sur l'acier de construction navale de la superstructure afin d'obtenir le profil correct et une finition lisse (comme la couverture de la rugosité de soudure). Les matériaux sont appliqués en utilisant des truelles, de longues planches, des taloches et des spatules. Ils peuvent être sans solvants ou contenir environ 80 g/l d'alcool benzylique. Le ponçage est effectué entre ces procédés.

Après le remplissage, une couche de remplissage en polyuréthane à 2 composants à base de solvants ou une couche de remplissage en époxyde à base de solvants est appliquée grâce à des techniques de pulvérisation. L'épaisseur de la couche appliquée varie de 50 à 100 µm. Une couche primaire/sous-couche est appliquée sur la couche de remplissage.

Le yacht subit des essais en mer lorsque la couche appropriée a séché ; celle-ci peut être ou non la couche primaire. Après les essais, le yacht est nettoyé à l'eau douce et poncé avant l'application de la couche de finition finale.

La couche de finition est appliquée en utilisant une technique de pulvérisation humide sur humide, et deux ou trois couches sont appliquées. Les matériaux utilisés sont généralement des laques à plusieurs constituants en polyuréthane à 2 composants et à base de solvants. L'épaisseur de la couche complète est d'environ 100 µm.

Dans plusieurs États membres où les yachts sont réparés et entretenus, l'élimination du revêtement antisalissure des yachts s'effectue grâce à des techniques de collecte et de traitement du revêtement antisalissure éliminé, afin d'éviter la pollution de l'eau.

11.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des bateaux et des yachts

11.3.1 Bilans massiques

Aucune donnée fournie.

11.3.2 Consommations

11.3.2.1 Matériaux

[128, TWG, 2005]

Pour le revêtement des bateaux, des peintures à base de solvants sont appliquées. En fonction du matériau utilisé, la teneur en solvants varie de 20 à 40 % (m/m). Du fait des conditions de traitement (humidité, température, courant d'air, etc.) et de l'état de la surface, les peintures à base d'eau n'ont qu'un champ limité d'application (utilisation partielle uniquement sur les zones intérieures et sur les pièces préfabriquées). La consommation de matériaux dépendra de la taille du bateau, des spécifications à satisfaire, etc.

La consommation de matériau dans les chantiers de réparation pour des bateaux de taille moyenne (supérieure à 15 000 GT) est d'environ 20 tonnes par navire de commerce enduit (sur la base de données provenant du Portugal, de Grèce, de Malte et d'Italie). L'utilisation de COV correspondante est d'environ 6 tonnes. Un chantier de réparation de grande dimension peut réparer de 60 à 150 bateaux dont la taille moyenne est de 40 000 GT par an.

Dans un chantier naval récemment construit, la consommation de matériaux pour le revêtement complet d'un bateau d'une taille de 40 000 GT est d'environ 68 tonnes. HDW Kiel en Allemagne traite jusqu'à 59 tonnes de solvant/an pour un maximum de cinq bateaux par an. Blohm + Voss Repair GmbH à Hambourg, en Allemagne, traite environ 60 t/an de solvants organiques.

11.3.2.2 Eau

Dans les chantiers de réparation, la consommation d'eau douce destinée au nettoyage sous haute pression (à 200 bar) d'une coque complète est d'environ 500 tonnes pour des bateaux de taille moyenne (> 15 000 TJB (tonnage de jauge brute)).

11.3.2.3 Énergie

Aucune donnée fournie.

11.3.3 Émissions

11.3.3.1 Émissions dans l'air

[128, TWG, 2005]

Les procédés utilisés dans les chantiers navals sont généralement effectués en extérieur, dans des cales sèches, dans des ateliers ouverts ou sur le quai. Par conséquent, les polluants générés par le ponçage et par le décapage ou par les opérations de peinture sont émis directement dans l'environnement. Généralement, toutes les émissions de COV émanant des procédés de peinture sont émises sous forme d'émissions diffuses. Outre les COV, la poussière émanant des agents de projection de particules (comme les silicates, l'acier ou le cuivre aggloméré), les particules métalliques et la surpulvérisation ont un impact environnemental. Lorsqu'une application par pulvérisation est utilisée et en fonction des conditions de l'application, la surpulvérisation peut s'élever à environ 30 % des ressources en matériaux. En fonction des conditions climatiques, les particules provenant du décapage et de la surpulvérisation peuvent être transportées sur plusieurs kilomètres.

Les émissions de substances dangereuses pour l'environnement émanant des procédés de revêtement dans la nouvelle construction de bateaux peuvent être efficacement réduites en utilisant des ateliers fermés pour les opérations de peinture et de décapage. Ils peuvent également être utilisés pour la construction de blocs (sections d'un bateau neuf ou modernisé de façon significative qui sont préfabriquées, puis assemblées sur place). Les ateliers fermés peuvent être équipés d'un système d'extraction d'air avec des filtres pour la poussière et/ou d'unités de réduction des gaz résiduels pour les COV.

Une autre option de réduction de la poussière émise est l'utilisation de décapage par eau sous pression ou par projection de particules en suspension.

La quantité de surpulvérisation a été réduite à 5 % dans un chantier en plein air en utilisant des appareils d'application mobiles équipés d'un système d'extraction intégré de la surpulvérisation. De plus, les émissions supplémentaires émanant de la surpulvérisation peuvent être réduites en fermant les extrémités de la cale avec des filets (pour permettre une réduction du vent).

Dans les chantiers de réparation de bateaux de taille moyenne (> 15 000 TJB, avec une moyenne de 70 000 TJB), les peintures utilisées contiennent en moyenne environ 30 à 40 % de solvants organiques. Environ 150 g de COV sont émis par mètre carré peint, car les couches antisalissures forment la plus grande quantité de peinture appliquée. En Allemagne, il a été rapporté que les peintures utilisées contenaient en moyenne 20 à 25 % (m/m) de solvants organiques. Environ 100 g de COV/m² peint sont émis.

Les nouvelles constructions de yachts s'effectuent généralement dans des installations fermées, et utilisent des rouleaux et des brosses, qui ont un rendement d'application élevé et aucune surpulvérisation. Pour les grands yachts (super et méga), cela s'effectuera en fonction des spécifications du client. La réparation et la maintenance des méga-yachts peuvent s'effectuer dans des cales, mais pour la majorité, ces opérations s'effectuent dans des installations fermées.

11.3.3.2 Émissions dans l'eau

Les opérations de maintenance génèrent des agents de projection de particules contaminés, des résidus de peinture, des conteneurs usagés et de la surpulvérisation. D'autres résidus peuvent être générés lors de la maintenance, comme les résidus d'huile (contenant des hydrocarbures), de la boue, des matériaux de déchets de fabrication, etc. Après les opérations de maintenance, la cale est nettoyée pour réduire les émissions dans l'environnement.

Lorsqu'un décapage par eau sous pression ou par projection de particules en suspension est utilisé pour éviter des émissions de poussière émanant du décapage, l'eau issue du procédé est couramment traitée soit dans un équipement intégré, soit dans une station d'épuration des eaux usées. L'eau peut être réutilisée.

Lorsque les eaux usées sont contaminées, plusieurs techniques de réduction des émissions peuvent être appliquées. L'eau traitée est soit éliminée comme eaux usées, soit réutilisée. Ces deux opérations sont décrites dans la Section 11.4.9.

11.3.3.3 Déchets

Les déchets générés par les opérations de maintenance des bateaux sont par exemple :

- * des solvants de nettoyage organiques
- * des boues/résidus de peinture
- * des conteneurs de peinture, des brosses et des rouleaux contaminés
- * des matériaux de décapage contaminés/usagés
- * des filtres
- * des résidus d'huile (contenant des hydrocarbures)
- * de la boue
- * des matériaux de déchets de fabrication
- * des eaux usées générées lors du nettoyage de la cale sèche avant la mise en eau.

La mise en place de grands conteneurs réutilisables (GRV, 1 000 litres) à la place de conteneurs à usage unique de 10 ou 20 litres entraîne une réduction du nombre de conteneurs usagés et de la quantité de restes de peinture dans les vieux conteneurs. Cependant, ils ne sont applicables que pour les grands bateaux et/ou pour les quantités importantes d'un type ou d'une couleur de peinture. Lorsque des peintures à 2 composants sont fournies dans des GRV, le mélange de peinture s'effectue sur place grâce à un système de dosage précis avec contrôle permanent du dosage du mélange. Dans les cas où plusieurs bateaux sont entretenus à un moment donné, avec des spécifications et des quantités différentes, ou dans le cas de yachts, ces conteneurs sont trop grands par rapport aux quantités consommées. De plus, ces grands conteneurs entraînent des problèmes de décantation de la peinture.

Durant le peinturage des bateaux, en particulier lors des opérations de maintenance, des quantités importantes d'agents de projection de particules contaminés sont générées. Les métaux lourds et le TBT émanant du décapage et les poussières émanant du ponçage ont un impact environnemental particulier. Le décapage par eau sous pression génère seulement 1,5 % de la quantité des déchets générés par grenaillage traditionnel.

11.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des bateaux et des yachts

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer au revêtement des bateaux et des yachts. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques peuvent aussi être applicables au revêtement des bateaux et des yachts. Le Tableau 11.1 présente les techniques générales applicables au revêtement des bateaux et des yachts qui sont décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 11.1 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

11.4.1 Systèmes de gestion – discipline appliquée en cale sèche

Description : Il s'agit d'un système de gestion spécifique définissant les différentes entités responsables de l'accomplissement des travaux dans les cales sèches et les cales de lancement, incluant la préparation pour l'entrée au bassin, le carénage et le désamarrage des navires. Il inclut également les activités de maintenance, de réparation et de construction accomplies dans les cales sèches et les cales de lancement, comme les opérations de traitement de surface (nettoyage, élimination des peintures anciennes et du revêtement antisalissure, etc.). Il contrôle la collecte des déchets et le transfert des déchets vers des destinataires autorisés pour procéder à une gestion et/ou une élimination appropriée ultérieure.

La discipline appliquée en cale sèche couvre aussi d'autres domaines aidant à réduire la pollution, comme la définition du moment et du lieu des activités de pollution. Par exemple, décrire dans quelles conditions de vent le grenailage et l'application par pulvérisation en plein air peuvent être effectués, exiger que ces activités soient menées au bas de la cale ou de la cale de lancement et qu'un équipement portatif soit utilisé (comme des filets, des rideaux à eau, etc.).

Elle peut contenir une partie des exigences, ou toutes les exigences d'un SME (voir Section 20.1).

Avantages pour l'environnement : Décrit les procédures de réduction maximale des impacts environnementaux de l'installation.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Voir Description, ci-dessus.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Satisfaire la législation en matière de santé et de sécurité et d'environnement concernant la pollution de l'air, la pollution de l'eau et la gestion des déchets, en particulier lorsqu'elle s'applique aux ports, aux eaux closes, etc.

Installations de référence : Largement appliqué dans l'industrie.

Littérature de référence : [128, TWG, 2005] [173, Portugal, 2006]

11.4.2 Techniques d'encoffrement

11.4.2.1 Zones ouvertes

Description : Les procédés utilisés dans les chantiers navals sont généralement effectués en extérieur, dans des cales sèches, dans des ateliers ouverts ou sur le quai. La réparation et la maintenance (incluant la peinture) de la coque s'effectuent durant le carénage dans des cales sèches (en béton) ou sur des docks flottants (en acier).

Avantages pour l'environnement : Aucun.

Effets croisés : Les polluants qui sont générés par le ponçage, par le décapage et par les opérations de peinture sont émis directement dans l'environnement. Généralement, toutes les émissions de COV émanant des procédés de peinture sont émises sous forme d'émissions diffuses. Outre les COV, la poussière émanant des agents de projection de particules (comme les silicates, l'acier ou le cuivre aggloméré), les métaux et la surpulvérisation ont un impact environnemental. En fonction des conditions climatiques, ces particules peuvent être transportées sur plusieurs kilomètres.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Pratique de travail normale.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Coût.

Installations de référence : Largement appliqué.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005] [174, CEPE, 2006]

11.4.2.2 Zones partiellement fermées, brise-vent, rideaux de projection, etc.

Description : Des techniques peuvent être utilisées pour servir de brise-vent, comme des filets ou des tentes (décrites dans la Section 11.4.2.3) et des rideaux de projection d'eau peuvent être utilisés autour des zones où est effectué le grenailage, etc. Ces techniques peuvent être permanentes ou temporaires.

Avantages pour l'environnement : Réduction de particules en suspension générées par le grenailage et par la peinture par pulvérisation, soit en réduisant la vitesse du vent, soit en piégeant les particules.

Effets croisés : Énergie nécessaire aux pulvérisations d'eau ou aux rideaux d'eau et traitement possible des eaux usées.

Données d'exploitation : Des rapports indiquent des difficultés pratiques d'utilisation des filets et plus le bateau est grand par rapport à la cale sèche, plus ces filets sont difficiles à utiliser. Ils ne peuvent pas être utilisés dans les chantiers de réparation de bateaux de taille moyenne (> 15 000 TJB) dans les cales sèches de grande dimension. Exemples de problèmes rencontrés :

- * des variations de taille et de type de bateaux, les bateaux peuvent dépasser les extrémités de la cale, etc.
- * une interférence avec les grues et autres équipements
- * des problèmes d'accès pour effectuer d'autres opérations de maintenance.

On obtient de mauvais résultats pratiques par rapport au coût d'encerclement de la cale. Lorsqu'ils sont utilisés, les filets sont par conséquent généralement placés à une ou aux deux extrémités d'une cale, autour des cales plus petites ou entre le bateau et le quai.

Applicabilité : Voir Données d'exploitation, ci-dessus.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Coût.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [174, CEPE, 2006]

11.4.2.3 Zones complètement fermées

Description : Les zones fermées sont utilisées pour contrôler l'environnement de travail local, permettant un contrôle de la température et de l'humidité pour la préparation de la surface et du travail, la protection contre la pluie, etc. Les zones fermées sont généralement équipées d'un système d'extraction d'air pour des raisons de santé sur le lieu de travail, qui peut être accompagné d'un traitement des gaz résiduels pour contrôler les émissions de substances nuisibles à l'environnement. Les équipements peuvent servir à réduire la poussière et/ou sont accompagnés d'une unité de réduction des gaz résiduels pour les COV.

Certaines zones, comme les cales de lancement et les cales de petite dimension peuvent être temporairement (ou de façon semi-permanente, c'est-à-dire des structures portatives ou des tentes laissées sur le chantier pendant de longues périodes) fermées ou « mises sous tentes ». Cela aide au contrôle de la poussière générée par le décapage et la surpulpvrisation, mais à moins que l'enceinte ne soit suffisamment fermée, l'ajout d'un traitement des gaz résiduels pour réduire la poussière et les COV nécessitera probablement le traitement de volumes d'air importants entraînant une utilisation d'énergie élevée.

La mise en place de tentes peut aussi être utilisée entre un bateau et le quai, pour aider à prévenir le déplacement de la poussière et de la surpulpvrisation et protéger de la pluie les zones fraîchement enduites et préparées.

Avantages pour l'environnement : Rétention des particules générées par le décapage et par la pulvérisation. L'élimination de la poussière et/ou des COV contenus dans les courants d'air évacués grâce à un traitement des gaz résiduels devient possible.

Effets croisés : Énergie consommée pour l'extraction de l'air.

Données d'exploitation : Permet un meilleur contrôle de la qualité des procédés et de l'environnement de travail. Peut augmenter le temps de travail libéré à la journée et/ou à l'année.

Applicabilité : Des ateliers permanents peuvent être utilisés pour préparer les tôles en acier, les sections et les blocs dans une nouvelle construction. Dans certains cas, l'intégralité de la cale peut être fermée. Les cales utilisées pour la réparation et la maintenance des bateaux ne sont pas fermées (et probablement celles utilisées pour certains méga-yachts ne le sont pas non plus).

Pour les yachts, les zones de préparation et de revêtement sont généralement fermées, soit de manière permanente, soit de manière semi-permanente, à la fois pour les nouvelles constructions et pour la réparation et la maintenance.

Aspects économiques : Coût de financement de la construction d'ateliers. Coûts de financement et coûts d'exploitation des équipements de réduction.

Moteurs de la mise en œuvre : Meilleur contrôle de la qualité des procédés de revêtement et meilleur contrôle du climat interne (c'est-à-dire protection contre les intempéries) autorisant un travail tout au long de la journée/de l'année. DES. Législation en matière de santé et de sécurité, et relative à la poussière.

Installations de référence : HDW Kiel, Allemagne.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005] [174, CEPE, 2006]

11.4.3 Préparation de la surface

Pour les nouvelles constructions et les nouveaux matériaux, la surface nécessite un prétraitement pour des raisons d'adhérence. Pour la réparation et la maintenance, les anciennes couches de peinture et de revêtement antisalissure sont enlevées, particulièrement sur les zones qui adhèrent mal et celles qui sont endommagées. La préparation et la technique dépendent d'une spécification approuvée, en fonction du système de revêtement et de la garantie qu'apporte le travail et/ou le revêtement. Par exemple, la rugosité de la surface en utilisant un décapage au sable d'acier peut être de 20 µm et, pour le grenaillage, elle peut

varier de 75 à 100 μm . De plus, toutes les techniques ne peuvent pas être utilisées pour toutes les zones du bateau, par exemple le décapage par projection de particules en suspension dans un réservoir à double fond, le nettoyage hydraulique pour la rénovation de réservoirs de cargo, etc.

L'enlèvement de la peinture ancienne et du revêtement antisalissure générera des déchets contenant ces matières, avec leurs dangers associés, par exemple le revêtement antisalissure contient des biocides et les anciens revêtements antisalissures contiennent du TBT, les anciennes couches de peinture contiennent du plomb et du chrome, etc.

Certaines techniques génèrent de grandes quantités de poussière. Certaines techniques utilisent un milieu abrasif pour retirer les couches de revêtement, et celles-ci sont soit recouvertes et réutilisées, soit éliminées en tant que déchets, en fonction de la technique utilisée. Pour toutes les pratiques, l'élimination des résidus contenus dans les cales sèches avant inondation est une bonne pratique.

11.4.3.1 Décapage à sec – système ouvert

Description : Ce décapage utilise de l'air comprimé et un milieu abrasif sec, comme des grenailles d'acier, de la silice, une injection, etc.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Création de poussière générée par la peinture enlevée et par le milieu abrasif.

Pour la réparation et la maintenance, la consommation de grenailles par bateau est d'environ 200 tonnes pour un bateau de taille moyenne (> 15 000 tonnes TJB).

Données d'exploitation : Il s'agit généralement de la technique la plus rapide et la moins chère au mètre carré (m^2).

Applicabilité : Cette technique est la plus couramment utilisée dans les chantiers de réparation pour les bateaux de taille moyenne (> 15 000 GT). Elle peut être utilisée pour l'enlèvement de la rouille et des anciennes couches de peinture sur les sols et les parois latérales externes, pour l'enlèvement des salissures sur la coque et pour retirer la peinture qui se détache.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Coût.

Installations de référence : Largement appliqué.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

11.4.3.2 Décapage à sec – système fermé, projection de particules sous vide ou par jet

Description : Il s'agit d'un décapage à sec dans des systèmes fermés de projection de particules, comme les projections de particules à succion et centrifuge utilisant des grenailles d'acier dans des systèmes en circuit fermé avec de faibles émissions.

Avantages pour l'environnement : Faibles émissions de poussière. Le milieu décapant est récupéré pour pouvoir être réutilisé, par conséquent, une quantité moindre de déchets est générée. Le revêtement antisalissure et la peinture enlevés sont récupérés avec le milieu décapant et séparés pour être éliminés.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les équipements de décapage mécaniques fonctionnent manuellement ou sont fixés aux bras des porte-outils et circulent le long de la zone à traiter par actionnement à distance.

Un système classique de préparation d'une nouvelle construction peut être des grenailles de projection de particules en acier fondu appliquées dans un circuit fermé et à une pression d'environ 5 bar.

Applicabilité : Peut être utilisé pour l'enlèvement de la rouille et des anciennes couches de peinture sur les sols et les parois externes, pour l'enlèvement des salissures sur la coque et pour retirer la peinture qui se détache.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Contrôle des émissions de poussière et santé et sécurité sur le lieu de travail. Coûts réduits de gestion des déchets.

Installations de référence : Largement utilisé dans les chantiers navals et dans d'autres industries.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [174, CEPE, 2006]

11.4.3.3 Travail au jet ou projection d'eau douce sous pression élevée

Description : Plusieurs techniques sont recensées en fonction de la pression de l'eau utilisée. Le nettoyage hydraulique s'effectue à des pressions supérieures à 700 bar, et le travail au jet à ultra haute pression (UHP) peut aller jusqu'à 20 000 bar. En faisant varier la pression de l'eau, des couches uniques de peinture ou l'ensemble de la peinture peuvent être retirés.

Avantages pour l'environnement : Cette technique permet d'éviter la création d'émissions de poussière et d'agents de projection de particules contaminés qui doivent être éliminés. L'eau utilisée peut être retenue et recyclée, après traitement si nécessaire.

Effets croisés : Les résidus de peinture pouvant contenir du revêtement antisalissure retiré ou des pigments au plomb ou au chrome provenant des anciens revêtements doivent être collectés et éliminés.

Dans les chantiers de réparation, la consommation d'eau douce destinée au nettoyage sous haute pression (à 200 bar) d'une coque complète est d'environ 500 tonnes pour des bateaux de taille moyenne (> 15 000 tonnes TJB).

Données d'exploitation : Avec des techniques de décapage par eau sous pression, les eaux usées peuvent être collectées dans la cale, pompées vers des réservoirs et traitées (par exemple par décantation) avant qu'il n'y ait d'émissions.

Applicabilité : Peut être utilisé pour l'enlèvement de la rouille et des anciennes couches de peinture sur les sols et les parois latérales externes. Pour les salissures sur la coque et l'enlèvement de la peinture qui se détache, un décapage par eau sous pression peut être utilisé.

Le décapage par eau sous pression ne peut pas être utilisé sur les surfaces neuves, car il ne crée pas une rugosité de surface sur le matériau à enduire.

L'utilisation de décapage par eau sous ultra haute pression n'est pas une pratique courante dans la réparation et la maintenance, car des problèmes techniques se posent : il est rapporté qu'il est difficile de réaliser un décapage localisé, or, plus de 50 % des zones à décaper correspondent à des zones bien précises.

Cette technique est aussi utilisée pour la préparation des yachts. Lorsqu'elle est appliquée avec une récupération et une séparation des déchets, elle évite le dégagement de métaux lourds et de TBT provenant d'anciens revêtements antisalissures (il est à noter que l'application de TBT sur les petits yachts est interdite depuis plus de 13 ans).

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Législation contrôlant les émissions de poussière dans l'environnement et la santé et la sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Largement appliqué.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [174, CEPE, 2006]

11.4.3.4 Décapage par projection de particules en suspension ou sablage humide

Description : Il s'agit d'une projection d'eau contenant un abrasif fin, comme une cendre fine (par exemple de la cendre de cuivre) ou de la silice.

Avantages pour l'environnement : Cette technique permet d'éviter la création d'émissions de poussière.

Effets croisés : Quantité de déchets accrue émanant de l'abrasif.

Données d'exploitation : Avec des techniques de décapage par eau sous pression, les eaux usées peuvent être collectées dans la cale, pompées vers des réservoirs et traitées (par exemple par décantation) avant qu'il n'y ait d'émissions. Cela peut être intégré à l'équipement de projection de particules en suspension. L'eau et l'abrasif peuvent être réutilisés.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Largement utilisé dans les chantiers navals et dans de nombreuses autres industries.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [174, CEPE, 2006]

11.4.3.5 Autres traitements de surface

Description : Le ponçage est utilisé sur les joints soudés et autres zones spécifiques. Le brossage peut aussi être utilisé, par exemple avec des brosses métalliques. Le sablage est utilisé entre les couches sur les yachts.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Exigences techniques.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [174, CEPE, 2006]

11.4.4 Produits de revêtement

En général, le client spécifie les systèmes de peinture à utiliser, en particulier pour la réparation et la maintenance des bateaux et la construction, la réparation et la maintenance des yachts. Les spécifications sont aussi influencées par les conditions de garantie de la peinture.

11.4.4.1 Matériaux de revêtement traditionnels à base de solvants

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.1. En moyenne, les peintures traditionnelles à base de solvants appliquées sur les bateaux contiennent de 20 à 40 % (m/m) de solvants organiques. L'application s'effectue généralement manuellement par pistelage sans air.

Dans les chantiers de réparation de bateaux de taille moyenne (> 15 000 TJB, avec une moyenne de 70 000 TJB), les peintures utilisées contiennent en moyenne environ 30 à 40 % de solvants organiques. Environ 150 g de COV sont émis par mètre carré peint, car les couches d'antisalissures représentent la plus grande quantité de peinture appliquée. En Allemagne, il a été rapporté que les peintures utilisées contenaient, en moyenne, environ 20 à 25 % (m/m) de solvants organiques, et environ 100 g de COV sont émis par m² peint.

Lors de l'utilisation de systèmes à base de solvants, un facteur d'émission de COV d'environ 100 à 150 g de COV/m² de surface peinte (sans réduction des émissions) est rapporté.

Les procédés dans les chantiers navals sont généralement effectués en extérieur, dans des cales sèches, dans des ateliers ouverts ou sur le quai. Dans ces circonstances, les COV émanant des peintures sont émis sans aucun traitement.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les temps de durcissement sont plus courts que ceux requis pour les systèmes à base d'eau. Le traitement des gaz résiduels contenant des solvants est une pratique courante.

Applicabilité : Les peintures à base de solvants peuvent être utilisées à toutes les étapes de l'opération de peinture. Pour plusieurs applications, des alternatives sont disponibles. Cependant, la couche de liaison est toujours à base de solvants, et une teneur en solvants d'au moins 270 g de COV/l est nécessaire.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Coût. Les peintures à base de solvants sont utilisées depuis longtemps et bénéficient de nombreuses expériences.

Installations de référence : Largement appliqué.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [27, InfoMil, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

11.4.4.2 Remplacement des matériaux à base de solvants (substitution)

11.4.4.2.1 Peintures à base d'eau

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.3.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV.

Effets croisés : Énergie supplémentaire nécessaire si une ventilation forcée ou un chauffage sont appliqués.

Données d'exploitation : Des temps de séchage plus longs sont nécessaires, bien qu'ils puissent être raccourcis grâce à une bonne ventilation et, dans certains cas, à un chauffage. Des problèmes de conditions de solidification et de fonte se posent. En général, les épaisseurs de film sec sont moins importantes à l'application.

Applicabilité : Actuellement, les peintures à base d'eau constituent la seule alternative possible pour réduire les COV dans les zones internes et pour les couches d'atelier.

Une couche primaire universelle à base d'eau est largement utilisée sur les chantiers finlandais. Des peintures à base d'eau sont disponibles pour plusieurs applications, mais elles ne sont pas beaucoup utilisées. La couche primaire à base de solvants n'est utilisée qu'en hiver pour l'application en plein air.

Non applicable sur les surfaces exposées aux conditions atmosphériques marines sévères, comme la chaleur, le soleil, la pluie et le sel. La disponibilité de peintures à base d'eau pour la construction de bateaux et de yachts est la suivante :

* couches d'atelier : du silicate de zinc à base d'eau est disponible, mais n'est que rarement appliqué. De l'époxy à base d'eau et des résines alkydes modifiées sont aussi disponibles mais ne sont pas couramment appliqués

* extérieur des bateaux : des peintures à base d'eau, en résines alkyde, époxy et acrylique sont disponibles et sont occasionnellement appliquées. Des résines alkydes/acryliques à base d'eau et des silicates de zinc à base d'eau sont occasionnellement appliqués

- * intérieur des bateaux : des systèmes à base d'eau sont disponibles, mais, ils posent des problèmes de séchage lorsqu'ils sont appliqués dans des zones petites et fermées et ne sont qu'occasionnellement appliqués. Ils ne sont pas appliqués dans les zones de stockage car ils ne sont pas suffisamment résistants à l'usure
- * pour les yachts, des peintures à base d'eau sont disponibles, elles sont à présent de plus en plus appliquées comme couches primaires et comme couches primaires internes. La qualité de finition a limité leur application aux couches de finition.

Des revêtements antisalissures à base d'eau sont disponibles, mais uniquement en vente au détail.

Aspects économiques : Les coûts générés par un système de peinture de bateaux récemment construits sont faibles. En ce qui concerne la réparation et la maintenance des bateaux, une incompatibilité avec les anciennes couches de peinture peut nécessiter leur élimination par décapage et entraîner des coûts considérables.

Moteurs de la mise en œuvre : DES.

Installations de référence : Largement utilisé sur les chantiers finlandais. De plus en plus utilisé pour les yachts.

Littérature de référence : [27, InfoMil, 2003] [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

11.4.4.2.2 Peintures à haut extrait sec

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.2. Les peintures à haut extrait sec actuellement appliquées contiennent 250 g de COV/l ou plus, par exemple 450 g/l d'époxy pour les zones situées sous la ligne de flottaison.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les solutions disponibles pour la construction de bateaux et de yachts sont les suivantes :

- * couches d'atelier : les peintures à haut extrait sec ne sont pas appliquées car l'épaisseur du film est trop élevée (uniquement 20 µm requis)
- * extérieur des bateaux, pour les zones situées au-dessous de la ligne de flottaison : des revêtements en époxy à haut extrait sec sont largement appliqués. La teneur en COV de la peinture appliquée sur les zones situées au-dessous de la ligne de flottaison est généralement de 450 g/l
- * extérieur des bateaux, pour les zones situées au-dessus de la ligne de flottaison : des revêtements en époxy à haut extrait sec sont appliqués. Un revêtement en polyuréthane flexible à haut extrait sec est également appliqué. Les revêtements en résine alkyde à haut extrait sec ne sont pas appliqués
- * intérieur des bateaux : des revêtements en résine alkyde et époxy à haut extrait sec sont disponibles
- * yachts : des peintures à haut extrait sec peuvent être utilisées mais elles ne le sont généralement pas. Elles peuvent être appliquées au-dessous de la ligne de flottaison. Des peintures à haut extrait sec sont parfois appliquées sur les zones intérieures.

Les revêtements flexibles en polyuréthane à haut extrait sec et à tolérance de surface remplacent en partie les systèmes de couche de finition en acrylique/mastique en époxy dans les nouvelles constructions et pour la maintenance. Ils peuvent être appliqués sur presque tous les types de peintures anciennes.

Les revêtements en résine époxy à 2 composants à 1 couche ou à couches multiples sont largement utilisés. Par exemple, dans les zones à forte usure des navires de commerce, comme l'ensemble de la zone externe, dans les cales et les réservoirs d'eau. Ces peintures sont aussi utilisées pour le revêtement des yachts.

Aspects économiques : Les coûts générés par un système de peinture de bateaux récemment construits sont faibles. En ce qui concerne la réparation et la maintenance des bateaux, une incompatibilité avec les anciennes couches de peinture peut nécessiter leur élimination par décapage et entraîner des coûts considérables.

Moteurs de la mise en œuvre : DES.

Installations de référence : Largement appliqué.

Littérature de référence : [27, InfoMil, 2003] [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

11.4.5 Protection anticorrosion supplémentaire – protection cathodique

Description : La surface immergée des bateaux peut être protégée de la corrosion en appliquant une protection cathodique. Elle sert généralement à protéger les surfaces des réservoirs dans les bateaux. Elle n'est pas utilisée comme alternative au revêtement antisalissure.

Avantages pour l'environnement : La protection cathodique est un mécanisme anticorrosion supplémentaire et ne remplace pas les systèmes de revêtement. Elle peut aider à prolonger les périodes entre les réparations des revêtements et, par conséquent, aide à réduire les activités de pulvérisation et les émissions de COV. Les anodes consommables ne sont pas appliquées, il n'y a donc aucune émission de métaux lourds.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les bateaux voisins dans le port qui sont légèrement endommagés peuvent connaître une corrosion accélérée.

Applicabilité : Utilisé dans le monde entier sur tous types de bateaux, à la fois pour les utilisations professionnelles et (moins couramment) celles de loisirs.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Largement utilisé.

Littérature de référence : [27, InfoMil, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005].

11.4.6 Techniques et équipements d'application de peinture

11.4.6.1 Pistolage sans air

Pour une description générale, voir Section 20.7.3.11. Pour la construction et la maintenance de nouveaux bateaux, presque toutes les couches de peinture sont couramment appliquées par pistolage sans air. La quantité de surpulvérisation est d'environ 30 % maximum des ressources en matériaux. [13, DFIU and IFARE, 2002] [27, InfoMil, 2003] [128, TWG, 2005]

11.4.6.2 Pistolage à chaud

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.3.10. Sur les bateaux, des revêtements à 2 composants sans solvants peuvent être appliqués en utilisant un pistolage sans air à chaud. Des couches de 300 à 1 000 microns sont obtenues.

Avantages pour l'environnement : On évite les émissions de COV et, par rapport au pistolage sans air classique (voir Section 11.4.6.1), le nombre de couches peut être réduit.

Effets croisés : De l'énergie est utilisée pour le chauffage.

Données d'exploitation : Le mélange en ligne informatisé est nécessaire pour obtenir un dosage de mélange correct. Le temps de travail est court, avec une vie en pot de seulement 10 minutes. Ces types de revêtements forment une surface très dure et très lisse, sans pores, et sont par conséquent très résistants à la corrosion due à l'eau de mer, aux produits huileux et aux produits chimiques. Ils sont aussi résistants à l'abrasion, comme celle due à la glace flottante rencontrée lors de la navigation. Cependant, la finition peut être mauvaise, et la gamme de produits pouvant être utilisés est très limitée. Les équipements utilisés pour le pistolage à chaud sont difficiles à réparer.

Applicabilité : Cette technique peut être applicable pour le revêtement de grandes surfaces à l'intérieur et à l'extérieur du bateau.

Aspects économiques : Les coûts de ces revêtements sont élevés par rapport à ceux des revêtements classiques, cependant, le temps de travail est plus court, ainsi que le temps de séchage. Des économies sont réalisées car une quantité moindre d'énergie est utilisée pour les activités de pistelage et les coûts de maintenance sont réduits. Les coûts des équipements de pistelage à chaud sont plus élevés.

Moteurs de la mise en œuvre : DES.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [27, InfoMil, 2003] [128, TWG, 2005]

11.4.6.3 Extraction intégrée de l'air au point d'application

Description : Une tête d'application de peinture mobile équipée d'un système d'extraction de la surpulvérisation intégré a été développée, elle permet d'extraire l'air au point d'application. Cette technique est analogue au pistelage robotisé (voir Section 20.2.3).

Cette technique est rapportée comme n'étant plus utilisée.

Avantages pour l'environnement : Du fait d'une efficacité accrue, la consommation de matières, les émissions de COV ainsi que les émissions de surpulvérisation sont réduites de façon significative. La surpulvérisation peut être réduite à 5 % des ressources en matériaux.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Ces unités d'application de peinture ne peuvent être utilisées que sur des surfaces perpendiculaires et régulières. Elles ne peuvent pas être employées, par exemple, sur les sections de poupe ou de proue incurvées, ou sur les fonds plats.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité.

Installations de référence : Blohm + Voss Repair GmbH, Hambourg, Allemagne. HDW Kiel, Allemagne

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

11.4.7 Alternatives aux peintures antisalissures à base de biocides

Pour des informations sur les impacts environnementaux de l'utilisation des peintures antisalissures à base de biocides, voir Section 11.2.3.

11.4.7.1 Revêtements antisalissures à base de silicones

Description : Les peintures en silicone ont une faible tension superficielle (non collantes), ce qui a pour effet que les organismes salissants ne peuvent pas se fixer fermement à la surface du revêtement. Des salissures peuvent se fixer à la surface durant des périodes d'inactivité, mais les courants créés sur la surface de peinture lors de la navigation à une vitesse supérieure à une certaine vitesse minimum nettoieront la surface. Les peintures en silicone sont appliquées par pistelage sans air.

Avantages pour l'environnement : Les revêtements antisalissures ne contiennent pas de biocides. Ils créent des surfaces très lisses entraînant un potentiel de résistance au frottement plus faible. Ils peuvent conduire à une consommation de combustible plus faible ou à une vitesse plus élevée par rapport aux peintures contenant des biocides autolustrants.

Les revêtements antisalissures ne s'érodent pas et ne se polissent pas durant les temps de service, et la peinture reste donc intacte pendant sa durée de service.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Durant l'application de revêtements en silicone, il faut éviter la surpulvérisation sur les surfaces à traiter avec d'autres types de peintures, afin d'éviter des problèmes d'adhérence ultérieurs. L'application et la réparation des peintures en silicone doivent être effectuées strictement selon une procédure spécifiée.

Applicabilité : Pendant les périodes d'inactivité, des organismes salissants pourront venir se fixer sur les peintures en silicone. Pour que l'effet antisalissure fonctionne lors des périodes de navigation, une certaine vitesse doit être atteinte. De nos jours, la technique peut être utilisée sur les bateaux ayant de courtes périodes d'inactivité et une vitesse minimale de 15 à 17 nœuds. Les peintures en silicone ne sont pas adaptées aux bateaux exposés à de nombreux dommages mécaniques. Par conséquent, les revêtements antisalissures sont toujours considérés comme des produits de niche réservés à des types de bateaux spéciaux.

Aspects économiques : Les coûts des peintures en silicone sont considérablement supérieurs à ceux des peintures antisalissures contenant des biocides.

Moteurs de la mise en œuvre : DES. Législation et politiques en matière de pollution de l'eau.

Installations de référence : Utilisé dans le monde entier.

Littérature de référence : [128, TWG, 2005]

11.4.7.2 Méthodes mécaniques

Description : Le brossage et le raclement des salissures effectués régulièrement et l'utilisation de matériaux de revêtement durs et résistants représentent une alternative aux couches antisalissures. Il existe un large choix de dispositifs équipés de brosses rotatives pouvant enlever les salissures pendant les courts temps d'immobilisation.

Avantages pour l'environnement : Cette méthode antisalissure n'utilise pas de métaux lourds ou de biocides.

Effets croisés : Cette méthode ne réduit pas le risque d'introduction de nouvelles espèces provenant des mers du monde.

Le brossage sous l'eau crée un risque incontrôlé de pollution de l'eau lors de ces opérations sous-marines.

Données d'exploitation : Les inconvénients de cette procédure sont des intervalles de nettoyage courts.

Applicabilité : Ce procédé convient aux bateaux opérant dans des eaux saumâtres ou douces à basse température.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : DES. Législation et politiques en matière de pollution de l'eau.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [69, Watermann, et al., 2003] [128, TWG, 2005]

11.4.7.3 Procédés électrochimiques

Description : La surface est protégée par une tension électrique, qui entraîne une électrolyse. Des composés chlorés toxiques sont produits (dans des eaux salées) et/ou la valeur du pH à la surface est modifiée, ce qui inhibe le dépôt de salissures. Cette technique réduit la corrosion.

Avantages pour l'environnement : Ce système antisalissure ne contient pas de biocides.

Effets croisés : Les électrodes peuvent être composées de cuivre, entraînant des émissions d'ions de cuivre qui sont toxiques pour les organismes salissants. Des composés chlorés toxiques sont produits.

Données d'exploitation : Les quantités de cuivre dégagées sont comparables à celles des revêtements antisalissures à base de cuivre. Cette méthode s'est révélée très efficace contre les salissures.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : DES. Législation et politiques en matière de pollution de l'eau.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [69, Watermann, et al., 2003] [128, TWG, 2005]

11.4.8 Traitement des gaz résiduels

Description : Pour une description générale, voir Section 20.11.

Les émissions émanant des activités de peinture et de décapage peuvent être réduites de façon efficace en utilisant des ateliers fermés (voir Sections 11.4.2.3 et 20.11.2.1). Ces ateliers peuvent être équipés de systèmes de traitement des gaz résiduels, comme décrit dans la Section 20.11.

Par exemple, les gaz résiduels contenant des COV émanant des procédés de pulvérisation peuvent être adsorbés sur charbon actif (voir Section 20.11.6.1). Alternativement, les solvants organiques peuvent être traités avec un oxydant thermique (voir Section 20.11.4.4). Lorsque les concentrations de COV le permettent, le solvant peut être régénéré par absorption, ou l'oxydant thermique utilisé peut être régénérateur et récupérer la chaleur du procédé d'oxydation.

Les particules de poussière et la surpulvérisation peuvent être traitées par les techniques décrites dans la Section 20.11.3.

Avantages pour l'environnement : Réduction significative des émissions de COV et/ou de poussière.

Dans l'installation de référence, une installation de traitement des gaz résiduels d'une capacité de 300 000 m³/h est utilisée. Les émissions de COV sont réduites de 75 % et on obtient une concentration moyenne de gaz propre de 23 mg/m³. Une ventilation efficace et des systèmes de réduction de la poussière permettent un renouvellement de l'air cinq fois par heure, et des concentrations de poussières inférieures à 5 mg/m³ sont obtenues dans l'air propre.

Effets croisés : Consommation d'énergie nécessaire pour le traitement des gaz résiduels.

Données d'exploitation : Les niveaux de poussière peuvent devoir être réduits avant la réduction des COV.

Applicabilité : Applicable à la rénovation des chantiers navals.

Aspects économiques : Coûts élevés.

L'investissement que représente l'installation de référence est d'environ 21 millions EUR. Les coûts d'exploitation annuels sont d'environ 1 million EUR, ce qui est légèrement inférieur aux coûts d'exploitation d'un procédé traditionnel. Cela inclut aussi les systèmes de filtre utilisés pour les opérations de grenaillage.

Moteurs de la mise en œuvre : DES.

Installations de référence : HDW Kiel, Allemagne.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

11.4.9 Traitement des eaux usées

Description : Les eaux usées peuvent être traitées avant le déversement, soit à la source (par exemple lors de la projection de particules en suspension), soit elles peuvent être collectées et acheminées vers une station d'épuration sur le site ou hors du site. Le traitement requis dépendra des substances présentes et du point de déversement (dans les eaux de surface comme les ports, ou dans les égouts municipaux). La Section 20.12 indique plusieurs techniques de traitement des eaux usées et apporte d'autres sources d'informations.

Avantages pour l'environnement : Réduction de la pollution de l'eau, en particulier dans les ports fermés ou les estuaires.

Effets croisés : Énergie et produits chimiques utilisés lors du traitement.

Données d'exploitation : Par exemple :

(i) Lors de l'utilisation de techniques de décapage par eau sous pression, les eaux usées peuvent être collectées dans la cale, versées dans des réservoirs et acheminées vers des stations d'épuration (voir Section 11.3.2.2).

(ii) Dans une installation, le traitement des eaux usées s'effectue en plusieurs étapes, à savoir la précipitation et la floculation (par exemple avec du chlorure ferrique (III)), suivies d'une séparation et d'une filtration. Pour réduire le volume et le poids des déchets produits, le dépôt séparé est pressé avant d'être éliminé. Les eaux usées nettoyées sont réutilisées ou, en cas d'excédent, déversées sous forme d'eaux usées. Avec ce système, on obtient des niveaux d'émission de substances filtrables de 10 mg/l après traitement.

Applicabilité : Facilement appliqué.

Aspects économiques : Les coûts dépendent de la taille de l'installation. Dans l'exemple (ii) présenté ci-dessus, le coût en Allemagne d'une usine complète incluant l'installation s'élevait à environ 100 000 EUR (en 2000).

Les coûts que représentent des installations de traitement des eaux usées dans les chantiers de réparation de bateaux gérant des bateaux de taille moyenne (> 15 000 TJB) sont rapportés comme dépassant 2 millions EUR.

Moteurs de la mise en œuvre : Législation en matière de pollution de l'eau et des ports.

Installations de référence : Flender-Werfft, Lückbeck, Allemagne.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005]

11.4.10 Gestion des déchets

Description : Les résidus suivants sont collectés et leur élimination est gérée conformément à la législation et aux procédures applicables. Cela est particulièrement important avant l'inondation d'une cale sèche :

- * résidus de peinture qui ont été retirés
- * restes de peinture et récipients de peinture usagés
- * surpulvérisation du revêtement
- * abrasifs de projection de particules contaminés et usagés
- * matériaux de nettoyage
- * boue, résidus huileux et autres matériaux qui ont été raclés ou éliminés.

Certains matériaux, comme les abrasifs usagés et les matériaux de déchets de fabrication, peuvent être collectés séparément à des fins de recyclage et de réutilisation.

Avantages pour l'environnement : Évite la contamination de l'environnement aquatique.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Voir discipline appliquée en cale sèche, Section 11.4.1.

Applicabilité : Applicable dans tous les cas.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Respecter la réglementation en matière de pollution de l'eau et de gestion des déchets provenant des ports.

Installations de référence : Largement pratiqué.

Littérature de référence : [128, TWG, 2005] [173, Portugal, 2006].

12 REVÊTEMENT DES AVIONS

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

12.1 Généralités sur le revêtement des avions

Dans cette section, la peinture des avions civils de plus de 50 sièges est décrite. Du fait de procédés employés différents, cette section est divisée en deux : construction et maintenance.

Pour la maintenance, la peinture est réparée ou appliquée complètement à neuf, et l'intégralité de l'application de peinture s'effectue manuellement. La sélection du système de revêtement dépend des critères du fabricant, des réglementations internationales et des demandes du client. Les données rapportées dans cette section sur la maintenance d'avions ont été rassemblées auprès de Lufthansa Technik AG, située à Hambourg, Allemagne.

Les procédés et les techniques appliqués pour les nouvelles constructions ont été étudiés à AIRBUS Deutschland GmbH à Hambourg, Allemagne.

AIRBUS est le seul grand constructeur d'aviation civile dans l'UE-25, mais d'autres compagnies construisent des avions plus petits, des avions militaires, ou fabriquent des sections (comme les sections des ailes). Les principaux transporteurs disposent aussi d'installations de maintenance où le revêtement est effectué. D'autres installations commerciales de maintenance existent dans certains pays ainsi que des installations militaires, qui peuvent effectuer des opérations de revêtement. Comme le revêtement de l'intégralité de l'avion, des fuselages et des grandes sections est effectué manuellement par lots, le taux de consommation de solvants par heure peut être plus pertinent que la quantité annuelle consommée [190, Humberstone. S].

12.2 Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des avions

12.2.1 Construction

Comme la garantie anticorrosion des fabricants est de 25 ans, seuls des systèmes de peinture spécifiques peuvent être utilisés ; comme pour la maintenance des avions, les demandes des clients doivent aussi être prises en compte.

12.2.1.1 Peinture des composants

Les composants sont déjà partiellement peints avant le montage. Ces composants sont enduits d'une couche primaire, puis d'une couche de finition. Une peinture primaire réactive n'est appliquée que dans des cas exceptionnels. La pulvérisation sur les surfaces est de plus en plus automatisée. Des sècheurs par convection ainsi que des sècheurs à infrarouges sont utilisés pour la peinture des composants. L'aire de surface des composants est environ quatre fois supérieure à celle des surfaces extérieures de l'avion. Les pièces qui sont livrées par des fabricants externes sont déjà enduites de couches d'impression contenant du chromate.

12.2.1.2 Peinture des surfaces externes

Les surfaces externes de l'avion complet sont enduites manuellement. Comme la finition finale de la laque est effectuée après le premier vol, seuls des revêtements durcissant à température ambiante peuvent être utilisés. À présent, on utilise principalement des peintures à base de solvants (avec une teneur en solvants d'environ 55 à 65 %). Cependant, des peintures à haut extrait sec (avec une teneur en solvants comprise entre 30 et 40 %) sont de plus en plus utilisées. Comme pour la maintenance, le revêtement de nouveaux avions s'effectue dans des ateliers fermés. Le revêtement appliqué durcit à température ambiante. D'abord, la coque est enduite et complètement séchée. Puis la coque est masquée avec du papier d'emballage et les ailes sont ensuite peintes. Les couches de peinture sont appliquées grâce à une technique humide sur humide. Le procédé de peinture est subdivisé en prétraitement, application de la peinture primaire réactive, application de la couche primaire et application de la couche de finition.

Prétraitement

Avant l'application du revêtement des surfaces extérieures, les impuretés, comme le kérosène, les huiles et les graisses, sont éliminées. La coque est nettoyée avec des agents de nettoyage et la consommation totale par avion s'élève à environ 200 litres. Ensuite, l'anodisation avec de l'acide chromique a lieu. Le

but est de générer une couche d'oxyde plus épaisse pour améliorer la protection anticorrosion. La couche primaire contenant du chromate est séchée au sable et la coque est de nouveau nettoyée avec des solvants organiques.

Application de la peinture primaire réactive

Après le prétraitement, la peinture primaire réactive est appliquée manuellement en utilisant des techniques de pulvérisation électrostatique. La peinture primaire réactive est un matériau contenant du solvant et du chromate, à base de résines polyuréthane ou époxy ou de polybutyral de vinyle (PVB). La teneur en solvants varie d'environ 70 à 90 % (m/m). Pour une meilleure protection anticorrosion, du strontium ou du chromate de zinc est nécessaire. L'épaisseur de la couche varie de 8 à 10 µm. Après l'application, une évaporation de solvants se produit à température ambiante.

Application de la couche primaire

Après la peinture primaire réactive, une couche primaire contenant du solvant basée sur une résine polyuréthane ou époxy est appliquée. Cela se fait manuellement par pulvérisation électrostatique. La teneur en solvants de ces matériaux varie entre 50 et 65 %. La teneur en strontium ou en chromate de zinc varie entre 10 et 20 %. L'épaisseur de la couche appliquée est en moyenne de 15 à 25 µm. Le matériau durcit à température ambiante.

Application de la couche de finition

La couche de finition peut varier énormément selon les demandes du client. On utilise exclusivement des peintures à base de solvants à 2 composants avec une teneur en solvants variant de 55 % à 65 %. La couche de finition est appliquée en plusieurs couches (de deux à quatre selon la couleur) par pistolage électrostatique. En fonction de la couleur appliquée, l'épaisseur de la couche varie de 60 à 100 µm. Après l'application de la première couche, une courte évaporation se produit et, avant l'application de la seconde couche, une autre évaporation d'environ une heure a lieu. Puis, les trois couches sont séchées. Ensuite, la décoration est appliquée par pulvérisation ou par application de feuilles sensibles sous pression. Pour la peinture des surfaces extérieures, des peintures traditionnelles et des peintures à haut extrait sec dont la teneur en extrait sec est égale à environ 70 % peuvent être utilisées. Sur demande du client, une couche transparente peut être appliquée sur la couche de finition.

12.2.1.3 Protection anticorrosion temporaire

Cette « protection anticorrosion temporaire » est obtenue par application de couches hydrophobes sur la zone interne de l'avion. Le matériau reste dans l'avion en permanence. Les principales zones sont par exemple les portes, les portes d'embarquement, les puits de roue et les zones de stockage. Les matériaux de protection anticorrosion temporaire sont des substances à base de solvants, semblables à de la cire. L'application s'effectue avec une brosse ou par pulvérisation. La teneur en solvants des produits varie d'environ 40 à 60 % (m/m). Environ 60 à 80 litres sont utilisés par avion.

12.2.2 Maintenance

L'application de peinture s'effectue dans des ateliers fermés où la température et l'humidité de l'air peuvent être réglées. Pour le dépôt de la surpulvérisation dus aux flux d'air évacués, des collecteurs de poussière par voie humide sont installés. Les peintures appliquées sèchent à température ambiante.

12.2.2.1 Enlèvement de la peinture

À des fins de maintenance, la couche primaire et les couches de finition sont retirées tous les six à huit ans. En cas de changement de compagnie aérienne, l'enlèvement de la peinture est effectué plus tôt. Ceci est très courant pour les sociétés de crédit-bail. L'enlèvement de la peinture (et l'application d'une nouvelle peinture) se fait pour des raisons d'optique et pour examiner la structure au niveau de l'usure et de la corrosion. En général, l'enlèvement de la peinture se fait chimiquement. Le décapage par eau sous pression, qui était préféré pour des raisons environnementales, n'est plus appliqué car il entraîne des contraintes mécaniques excessives. L'avion est nettoyé avec un agent de nettoyage alcalin, à base d'eau. Après le séchage des fenêtres, les organes de roulement et les pièces composées de plastique renforcé à la fibre et de matériaux composites sont masqués. Le procédé suivant d'enlèvement de la peinture s'effectue par nettoyage acide ou par ponçage mécanique. Pour le nettoyage acide, un acide formique-alcool benzylique à base d'eau est appliqué grâce à des techniques de pistolage sans air. Les enduits d'étanchéité dans les joints sont retirés manuellement. Pour les matériaux composites et partiellement pour les surfaces en métal, le prétraitement s'effectue par ponçage.

12.2.2.2 Nettoyage

Les couches de peinture macérées sont retirées à l'eau. Ensuite, on procède à une neutralisation aqueuse-alcaline et à un nettoyage. Avant l'application de peinture, les surfaces sont nettoyées manuellement avec des solvants organiques et des chiffons de nettoyage. En général, un mélange d'acétate de butyle et d'alcool butylique est utilisé comme solvant.

12.2.2.3 Prétraitement

Avant l'application de la couche primaire, une peinture primaire réactive à base de solvants est appliquée sur les surfaces en métal. Ce matériau contient 76 % de solvants organiques et environ 14 % de chromate de zinc (dans l'extrait sec). Jusqu'à présent, aucun matériau sans zinc n'a été utilisé. Le matériau est appliqué au moyen d'une application par pulvérisation électrostatique. La peinture primaire réactive n'est pas appliquée sur les matériaux composites.

12.2.2.4 Couche primaire

Deux matériaux différents sont utilisés comme couche primaire :

- * une couche primaire basée sur du polyuréthane ou de l'époxy dont la teneur en solvants est de 70 %, sans chromate
- * une couche primaire avec du chromate de strontium (teneur en extrait sec d'environ 20 %) et environ 67 % de solvants organiques.

Les couches primaires contenant du chromate sont utilisées pour accroître la protection anticorrosion dans des conditions climatiques de forte humidité et de forte salinité de l'atmosphère ou à la demande du client. L'application est exécutée manuellement par pulvérisation assistée électrostatiquement.

12.2.2.5 Couche de finition

Pour les couches de finition, des peintures traditionnelles à 2 composants dont la teneur en solvants est d'environ 61 % et des peintures à haut extrait sec à 3 composants dont la teneur en solvants est d'environ 43 % sont utilisées. Ces deux peintures ne contiennent ni chromate, ni plomb. L'application est exécutée manuellement par pulvérisation assistée électrostatiquement.

12.2.2.6 Couche transparente

Les couches de finition traditionnelles sont généralement enduites d'une couche transparente. Si des couches de finition à haut extrait sec sont appliquées, une couche transparente supplémentaire n'est pas nécessaire. Elle n'est appliquée qu'à la demande du client. On a recours à la même méthode d'application que celle des couches de finition.

12.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des avions

12.3.1 Construction

12.3.1.1 Consommation de matériaux

Pour la détermination de la consommation de matériaux, la surface de l'avion doit être mesurée. En plus de la surface externe, la surface des pièces de composant enduites doit aussi être prise en compte. Le revêtement de la surface extérieure prend jusqu'à huit jours. La majeure partie du temps est consacrée au masquage et à la finition. La quantité de peinture la plus importante est consommée par le revêtement des pièces de composant. L'aire de la surface des pièces de composant est environ quatre fois supérieure à celle de la surface extérieure de l'avion complet. Le Tableau 12.1 présente la consommation de matériaux pour un A320 (150 sièges passagers).

Surfaces enduites	Surface (m ²)	Couches
Pièces de composant	3 600	1 – 2
Surfaces extérieures	1 200	2 – 4
Zone intérieure	500	2
Conservation des têtes de rivet	10 000 (mètres courants)	1 – 2

Tableau 12.1 : Surfaces enduites d'un A320
[13, DFIU and IFARE, 2002]

Pour le revêtement d'un A321 (environ 180 passagers), l'aire totale de la surface des composants et des zones intérieures est d'environ 3 600 m² et l'aire totale de la surface externe d'un avion complet est d'environ 945 m². Le matériau sec appliqué a un poids total de 380 kg. Pour un système de peinture moyen (consistant en une peinture primaire réactive, une couche primaire et une couche de finition), environ 0,9 kg/m² de matériau est appliqué. Pour la peinture de pièces de composant ou des couches de peinture uniques, aucune donnée n'a pu être obtenue. Les données de la consommation de peinture sont fournies dans le Tableau 12.2.

Couche de peinture ou étape du procédé	Consommation de matériaux
Prétraitement	200 l de solvants (30 % d'alcool isobutylique et 70 % d'acétate de butyle) pour 600 m ²
Peinture primaire réactive	75 kg de laque humide (pour la coque) ; une surpulvérisation d'environ 20 %
Couche primaire	100 kg de laque humide (pour la coque) ; une surpulvérisation d'environ 20 %
Couche de finition	200 kg de laque humide (pour la coque)

Tableau 12.2 : Consommation de matériaux pour la peinture des surfaces externes des avions
[13, DFIU and IFARE, 2002]

12.3.1.2 Consommation d'eau

Aucune donnée fournie.

12.3.1.3 Consommation d'énergie

Aucune donnée fournie.

12.3.1.4 Émissions dans l'air

[128, TWG, 2005]

Environ 600 g de COV/m² sont émis pour une consommation de matériaux moyenne d'environ 0,9 kg/m². La surpulvérisation émise est largement inférieure à 1 mg/m³. Les émissions de COV totales par avion s'élèvent à 450 kg pour la peinture des surfaces externes. Pour une installation dont la capacité de production est de 60 avions par an, environ 27 t de COV émanant du revêtement des surfaces externes sont émises.

Comme l'aire de la surface intérieure est quatre fois supérieure à celle de la surface extérieure, on peut estimer que l'intégralité des émissions de l'installation s'élève à environ 100 t par an. La peinture des pièces de composant est généralement effectuée dans différents endroits de l'installation. Chez Airbus Deutschland GmbH à Nordenhamm, en Allemagne, la quantité totale de solvants utilisée était d'environ 131 t en 2000. Dans l'installation Airbus à Hambourg, en Allemagne, il est possible de traiter 69 t de COV/an, selon l'autorisation délivrée. En 2001, 70 avions y ont été produits.

Du fait de la difficulté à enfermer les grands éléments à enduire (avions entiers, fuselages, ailes et autres sections de grandes dimensions) et des grands volumes d'air qu'il faut ensuite évacuer, une technique clé de réduction des émissions de COV consiste à réduire la quantité de COV dans les revêtements utilisés, par exemple en utilisant des revêtements à haut extrait sec et/ou à 2 composants.

12.3.1.5 Émissions dans l'eau

Des eaux usées sont générées, avec des résidus de peinture, par les dépôts humides de la surpulvérisation. Le traitement des eaux usées est similaire aux procédés utilisés pour la peinture en série des voitures particulières.

12.3.1.6 Déchets

La peinture des avions génère les déchets suivants :

- * résidus de peinture (déchets dangereux)
- * filtres
- * chiffons de nettoyage
- * solvants organiques (recyclés)
- * papier d'emballage (recyclé)
- * feuilles
- * poussière générée par le ponçage
- * conteneurs de peinture vides.

12.3.2 Maintenance

Du fait des différentes géométries des avions, les valeurs de consommation et d'émission sont présentées pour un B747 – 400 (voir Tableau 12.3). Pour ce type d'avion, environ 2 780 m² ont été peints. Les données proviennent de Lufthansa Technik, Allemagne, en 2001.

Procédé	Matériaux	Consommation de matériaux (kg)	Teneur en solvants (%)	Émissions de COV (kg par B747)
Enlèvement de la peinture	Agent de strippage chimique	3 000		Pas de COV (1)
Prétraitement	Peinture primaire réactive basée sur du polybutyral de vinyle contenant du chromate	240	76	182
	Couche primaire contenant du chromate	450	67	301
	Couche primaire sans chromate	450	71	319
Nettoyage	Acétate de butyle, alcool butylique	200	100	200
Couche de finition	À haut extrait sec	1 200	43	516
	À base de solvants	1 300	61	793
Couche transparente	À base de solvants	1 200	65	780
Note :				
(1) Pas de COV au sens de la Directive relative aux émissions de solvants 1999/13/CE.				

Tableau 12.3 : Exemple de consommation de matériaux pour un B747 – 400 par Lufthansa Technik [13, DFIU and IFARE, 2002]

En fonction du système de peinture utilisé, les émissions de COV varient entre 1,2 et 2,3 t par B747 – 400 traité. Si des couches de finition à haut extrait sec sont utilisées, les émissions de COV s'élèvent à environ une tonne de moins comparées à celles des couches de finition traditionnelles et à une couche transparente supplémentaire. Les équipements de traitement des gaz résiduels, comme les oxydants, ne sont pas installés du fait des débits volumétriques importants (environ 450 000 m³/h) et des faibles concentrations de COV.

Différents types d'avions sont complètement ou partiellement enduits dans l'installation, le revêtement de 150 avions A300 par an est considéré comme une référence pour calculer le niveau de COV émis en une année. En 2000, il a été calculé que 67 t de COV avaient été émises. La valeur d'émission de 150 kg/h est temporairement dépassée pour certains procédés de revêtement du fait de l'application simultanée de peinture par plusieurs employés (jusqu'à 12 peintres).

12.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement des avions

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer au revêtement des avions. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques peuvent aussi être applicables au revêtement des avions. Le Tableau 12.4 présente les techniques générales applicables au revêtement des avions qui sont décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 12.4 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

12.4.1 Matériaux traditionnels à base de solvants

Description : Les peintures traditionnelles à base de solvants ont des teneurs en solvants en masse comme suit :

- * peinture primaire réactive : de 70 à 90 % de solvants contenant du chromate, à base de polybutyral de vinyle ou de résine époxy ou polyuréthane
- * couche primaire : de 50 à 67 % de solvants contenant de 10 à 12 % de chromate, à base de résine époxy ou polyuréthane
- * couche primaire : 71 % de solvants, sans chromate
- * couche de finition : de 55 à 65 % de solvants
- * couche transparente : 65 % de solvants.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : La sélection du système de laque dépend des critères du fabricant, des réglementations internationales et des demandes du client. Le traitement des gaz résiduels contenant des solvants est une pratique courante.

Une plage d'émission de COV rapportée lors de l'application de systèmes traditionnels à base de solvants pour la peinture de l'extérieur d'un Boeing B747 – 400 (sans contrôle des émissions) est de 430 à

830 g/m², selon le système de peinture utilisé. Pour le revêtement de l'extérieur d'un nouvel Airbus A321, environ 480 g de COV/m² sont émis. La surface des composants est environ quatre fois supérieure à celle de l'extérieur d'un avion, par exemple la surface totale des pièces de composant d'un Airbus A320 à traiter est d'environ 3 600 m².

Pour le revêtement interne, incluant les composants d'un Airbus A321, un facteur estimé d'émission de 300 g de COV/m² est rapporté.

Applicabilité : Les peintures à base de solvants peuvent être utilisées à toutes les étapes de l'opération de peinture (peinture primaire réactive, couche primaire, couche de finition, couche transparente et réparation) et peuvent être utilisées sur les métaux et les plastiques. Comme la garantie de protection anticorrosion du fabricant dure 25 ans, seuls des systèmes de peinture spécifiques peuvent être utilisés.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Lufthansa Technik AG, Hambourg, Allemagne. AIRBUS Deutschland GmbH, Hambourg, Allemagne.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

12.4.2 Remplacement des matériaux à base de solvants (substitution)

12.4.2.1 Peintures à haut extrait sec

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.2. À la place d'un système traditionnel à trois couches (peinture primaire réactive, couche primaire et couche de finition), un système à haut extrait sec consistant en une couche primaire en époxy à haut extrait sec et en une couche de finition à haut extrait sec peut être utilisé. Des peintures à 2 composants sont appliquées pour la couche de finition et ont une teneur en solvants variant de 30 à 43 %.

Avantages pour l'environnement : Par rapport aux systèmes de peinture traditionnels, les émissions de COV peuvent être réduites jusqu'à 30 %, donnant des émissions de COV estimées de 200 à 320 g de COV/m², voir Section 12.4.1.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les qualités optiques de surface et les propriétés techniques des peintures à haut extrait sec sont équivalentes à celles des peintures classiques, voire meilleures.

Applicabilité : Applicable à la construction et à la maintenance de nouveaux avions.

Aspects économiques : Les coûts des matières et de l'enlèvement de peinture à des fins de maintenance sont plus élevés.

Moteurs de la mise en œuvre : DES.

Installations de référence : Largement appliqué. Lufthansa Technik AG, Hambourg, Allemagne. AIRBUS Deutschland GmbH, Hambourg, Allemagne.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005]

12.4.3 Remplacement de la chromatisation hexavalente (substitution)

L'application et le traitement de la chromatisation hexavalente et son remplacement par d'autres options sont traités dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006].

Des peintures primaires réactives et des couches primaires contenant du chromate sont utilisées pour améliorer la protection anticorrosion dans des conditions climatiques de forte humidité et de salinité élevée de l'atmosphère ou sur demande des clients. Les couches primaires sont appliquées en utilisant un pistolet assisté électrostatiquement.

Une couche primaire sans chromate peut être appliquée si l'avion est utilisé dans des conditions climatiques normales. Cependant, la peinture primaire réactive contenant du chromate ne peut pas être substituée pour des raisons de sécurité [13, DFIU and IFARE, 2002].

Une couche primaire sans chromate, rapportée comme étant disponible, peut remplacer la peinture primaire réactive séparée et la couche primaire pour la résistance à la corrosion [128, TWG, 2005].

12.4.4 Techniques et équipements d'application de peinture

12.4.4.1 Pistolage assisté électrostatiquement

Pour une description générale, voir Sections 20.7.3.15 et 20.7.3.17. Ces techniques sont couramment appliquées.

12.4.4.2 Cabines de pulvérisation à séparation humide

Pour une description générale, voir Section 20.7.4.1. Cette technique est de plus en plus appliquée pour le revêtement automatisé des composants d'avions.

12.4.4.3 Peinture des composants – application dans un endroit fermé et application automatisée

Description : Les pièces de composants sont de plus en plus peintes en appliquant des procédés de peinture automatisés dans des cabines de pulvérisation fermées équipées d'un traitement des gaz résiduels (voir Sections 20.2.3 et 20.11.2.1).

Avantages pour l'environnement : Cela réduit les émissions globales de COV pour un avion car la surface des composants est environ quatre fois supérieure à celle de l'extérieur d'un avion, par exemple la surface totale des pièces de composants d'un Airbus A320 à enduire est d'environ 3 600 m², comparée à 1 200 m² pour le fuselage.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : AIRBUS France, Nantes, France.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [162, Eurocar, 2005]

12.4.5 Traitement des gaz résiduels

12.4.5.1 Séparation de particules Venturi

Les systèmes de Venturi sont utilisés pour améliorer le rendement des collecteurs de poussière par voie humide (voir Section 12.4.5.2). Pour une description générale, voir Section 20.11.3.5. [13, DFIU and IFARE, 2002]

12.4.5.2 Épurateur

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.8. Pour les dépôts de la surpulvérisation, des collecteurs de poussière par voie humide sont installés. Le niveau d'émission obtenu est rapporté comme étant inférieur à 1 mg/m³ de poussière émanant de la pulvérisation. [13, DFIU and IFARE, 2002]

12.4.5.3 Traitement des gaz résiduels émanant de la peinture du fuselage

L'application sur les avions s'effectue dans des ateliers fermés (voir Section 20.11.2.1) et de façon complètement manuelle avec un pistolet d'application. Le traitement des gaz résiduels n'est

généralement pas appliqué du fait des débits volumétriques très importants (environ 450 000 m³/h), des faibles concentrations de COV et d'une exploitation irrégulière des installations.
[13, DFIU and IFARE, 2002]

13 REVETEMENT D'AUTRES SURFACES EN MÉTAL

13.1 Généralités sur le revêtement d'autres surfaces en métal

De nombreux types de surfaces en métal sont traités pour prévenir la corrosion et/ou à des fins décoratives. Elles peuvent être destinées à des produits finis (comme les machines de nettoyage) ou à des sous-ensembles faisant partie d'autres produits, comme les blocs-moteur de véhicules. Elles ne sont pas traitées individuellement en détail, mais des données sont fournies. En voici quelques exemples :

- * meubles en acier, comme :
 - mobilier et installations à usage commercial, pour les hôpitaux, etc.
- * appareils domestiques, comme :
 - produits blancs : réfrigérateurs, machines à laver, etc.
- * ingénierie mécanique, composants, boîtiers comme :
 - équipements de distribution sous haute tension
- * sous-ensembles automobiles, comme
 - blocs-moteur
 - essuie-glaces
 - radiateurs
 - disques de frein
 - jantes en aluminium
- * construction, comme
 - panneaux de façade
 - cadres de portes et de fenêtres
 - panneaux chauffants, radiateurs.

Il s'agit d'un groupe d'activités classé parmi les « autres revêtements » dans la DES [123, EC, 1999]. Le document de synthèse EGTEI pour l'application industrielle des peintures considère trois sous-groupes [142, EGTEI, 2005] :

- * industrie générale : industrie de l'enrobage, ingénierie générale, équipements industriels, équipements d'origine, ingénierie lourde et MAEC (voir Chapitre 10), aérospatial (voir Chapitre 12)
- * procédés en continu : meubles, emballages métalliques rigides et bidons (voir parties correspondantes du Chapitre 15)
- * revêtement plastique : composants des équipementiers de l'automobile et de l'industrie plastique (voir Chapitre 16).

13.2 Procédés et techniques appliqués

N'importe quelle technique du Chapitre 20 peut être appliquée.

13.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels

Ce groupe d'activités émet des COVNM émanant de l'utilisation de peintures contenant des solvants, de diluants et de solvants de nettoyage. Les émissions de COVNM de ce secteur peuvent varier de façon significative d'un pays à l'autre. Au niveau de l'UE-25 pour l'année 2000 (selon le modèle RAINS), les émissions de COVNM s'élevaient à 543,8 kt, soit 5,9 % des émissions totales de COVNM. L'activité totale correspondait à 1 601 kt de peinture utilisée, et le facteur d'émission moyen s'élevait à environ 339,6 g de COVNM/kg de peinture consommée, ce qui signifie que les émissions générées par ce secteur sont déjà partiellement traitées dans l'UE-25 (les facteurs d'émissions non traitées varient entre 690 et 750 g/kg de peinture en fonction du sous-secteur). [142, EGTEI, 2005]

Du fait de la large gamme d'activités incluses dans ce groupe d'industries, il n'est pas possible de donner des détails sur les consommations et niveaux d'émissions. Cela dépendra aussi :

- * du type de procédé appliqué
- * des traitements au point de rejet appliqués
- * des produits
- * du volume de production.

Des informations générales sont données dans le Chapitre 20, avec les techniques appropriées.

13.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la peinture en série d'autres surfaces en métal

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer à la peinture en série d'autres surfaces en métal. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques peuvent aussi être applicables à la peinture en série d'autres surfaces en métal. Le Tableau 13.1 présente les techniques générales applicables à la peinture en série d'autres surfaces en métal qui sont décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Le document de synthèse EGTEI relatif à l'application industrielle des peintures (voir Annexe 24.1.1) donne des informations sur la rentabilité au niveau européen de certaines techniques de réduction des émissions de COV. Néanmoins, l'approche de l'EGTEI doit nécessairement limiter sa complexité et seules les principales techniques sont fournies, sans prendre en compte les autres facteurs MTD, comme les effets croisés ou les caractéristiques techniques des installations et des produits individuels. [142, EGTEI, 2005]

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 13.1 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

13.4.1 Nouveaux systèmes de revêtement multiple pour la peinture des jantes/des roues en aluminium

Description : Un nouveau site de production de roues en aluminium effectue les remplacements suivants :

- * remplacement du chrome (VI) par un système sans métal lourd dans le prétraitement
- * remplacement de la peinture à base de solvants par un revêtement en poudre (résine acrylique)
- * remplacement de la peinture métallique à base de solvants par une peinture métallique à base d'eau pour réduire les émissions de COV.

Le procédé sélectionné respecte à la fois des normes techniques strictes et les demandes de qualité des clients et il devrait être optimisé d'un point de vue économique.

Avantages pour l'environnement : La technique présente les avantages suivants :

- * le chrome (VI) n'est plus utilisé
- * l'application de peinture à base d'eau pour la couche de base métallique grâce à une combinaison de cloches à rotation rapide et d'application HVBP entraîne un degré de rendement de 80 %
- * le revêtement en poudre pour la couche de base a atteint un rendement d'application de 98 %
- * pour la couche finale avec le revêtement en poudre à base d'acrylique, on obtient un rendement d'application de 98 %
- * les émissions de COV ont été réduites d'environ 94 %.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Voir Tableau 13.2 et Tableau 13.3.

		Procédé traditionnel		Nouveau procédé	
		Consommation de peinture	Application d'extrait sec	Consommation de peinture	Application d'extrait sec
Revêtement/couche de base	Poudre basique	80 à 100 g		80 à 100 g	
	Rendement de l'application	98 %		98 %	
Couche de base métallique	Peinture humide à base de solvants	< 60 g	12,5 g (environ)	--	--
	Peinture humide à base d'eau	--	--	35 g	< 10 g
	Rendement de l'application	50 à 60 %		80 %	
Revêtement de la couche transparente	Couche transparente à base de solvants	< 60 g	15 g	--	--
	Poudre	--	--	45g	
	Rendement de l'application	50 à 60 %		98 %	

Tableau 13.2 : Ressources/consommation de matériaux par roue en aluminium traitée

	Procédé traditionnel	Nouveau procédé	Commentaires
• Revêtement/couche de base			
Résidus de poudre	< 2,5 t/an	< 2,5 t/an	Aucune chaîne de production car la même étape du procédé est utilisée
• Couche de base métallique			
COV	37 t/an (environ)	4 t/an (environ)	Réduction grâce à la couche à base d'eau d'environ 90 %
Production solide dans les eaux usées	8 t/an (environ)	2 t/an (environ)	Réduction et remplacement des substances dangereuses, Cr (VI)
Revêtement de la couche transparente			
COV	29 t/an (environ)	0 t/an	Réduction d'environ 100 %
Production solide dans les eaux usées	20 t/an (environ)	--	Réduction d'environ 100 %
Résidus de poudre		1 t/an (environ)	Nouveaux déchets

Tableau 13.3 : Émissions pour un million de roues/an

Applicabilité : Applicable dans les nouvelles installations.

Aspects économiques : L'investissement que représente une nouvelle installation est de 3,975 millions EUR. Le procédé est économique, en particulier du fait du haut niveau d'automatisation et de l'épaisseur réduite et contrôlée de la couche.

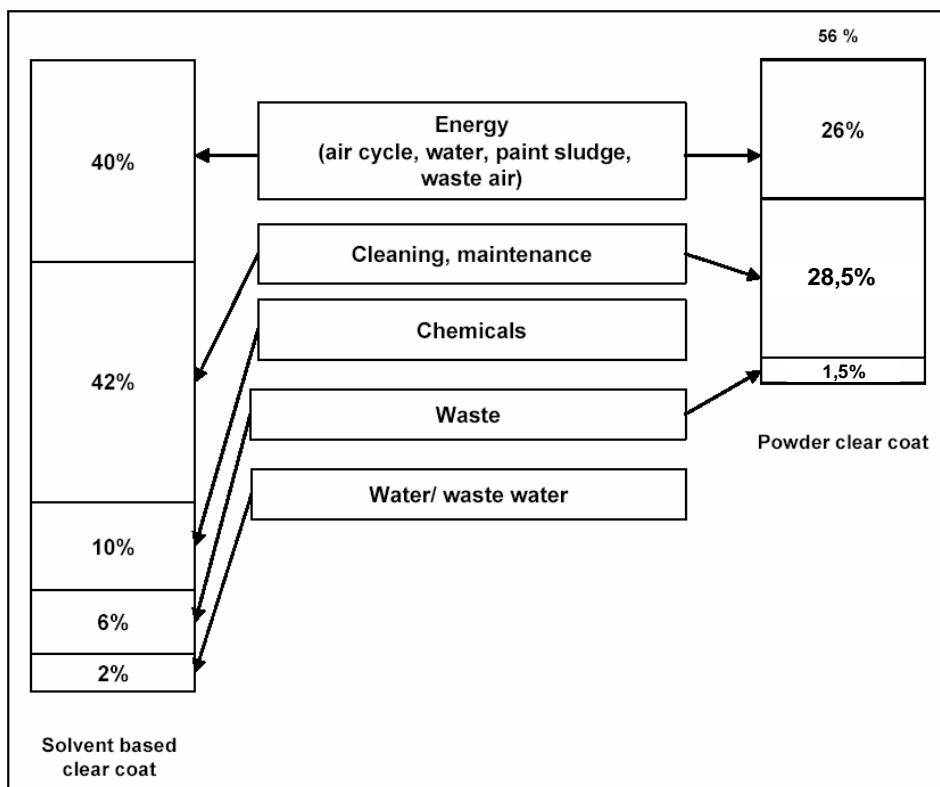


Figure 13.1 : Comparaison de l'utilisation d'une couche transparente à base de solvants et de l'utilisation d'une couche transparente en poudre

Moteurs de la mise en œuvre : Directive relative aux émissions de solvants 1999/13/CE.

Installations de référence : BBS Kraftfahrzeugtechnik AG, Allemagne.

Littérature de référence : [105, UBA - DE, 2002]

14 INDUSTRIES DE PRÉLAQUAGE EN CONTINU

[58, ECCA, 2004, 76, TWG, 2004, 128, TWG, 2005]

14.1 Généralités sur le prélaquage en continu

La définition d'un procédé de prélaquage en continu selon la norme EN-10169-1:1996 est la suivante :
« Une méthode par laquelle un revêtement organique est appliqué sur une bande en métal dans un procédé continu. Ce procédé inclut le nettoyage et le prétraitement chimique de la surface en métal et une ou de multiples application(s) de peintures (liquides) ou de poudres de revêtement, soit sur une face soit sur les deux faces, qui sont ensuite durcies ou stratifiées avec des films plastiques. »

Le substrat est normalement du zinc laminé à froid, de l'acier enduit d'alliage de zinc (75 %) ou de l'aluminium (25 %), exprimés en fonction de l'aire de la surface. 95 % des revêtements sont des peintures et 5 % des stratifiés de plastique. Ce dernier type de revêtement connaît actuellement une croissance rapide, en particulier lorsqu'il est combiné à une pré-peinture et à une stratification.

Le procédé de prélaquage en continu offre l'option d'une large gamme de couleurs, de degrés de brillance et de textures de surface. Le produit peut être livré sous forme de bobine, de bandes refendues ou de feuilles ; il peut ensuite être déformé, profilé, embouti, fermement lié, etc., sans endommager le revêtement de surface. Toutes les étapes du procédé sont contrôlées en continu, par exemple la température et la concentration du bain chimique, les épaisseurs de revêtement, la couleur, la brillance, l'adhérence et les qualités mécaniques du revêtement.

14.1.1 Taille de l'industrie du prélaquage en continu

La majorité des prélaqueurs en Europe sont des compagnies intégrées à de grands groupes spécialisés dans l'acier ou l'aluminium, fournissant normalement de grandes quantités de métaux prélaqués. Certains prélaqueurs, comme les prélaqueurs de feuillards et les centres de services spécialisés (de plus en plus courants), par exemple, livrent à l'utilisateur des petites quantités à la demande.

Actuellement, 390 chaînes de production dans le monde (en dehors de l'Amérique du Nord et du Sud) sont installées dans 50 pays, et de nouvelles capacités continuent à émerger, signe d'une demande croissante.

Le Tableau 14.1 fournit le nombre de chaînes de production par pays en Europe et les volumes annuels de production d'acier et d'aluminium prélaqués. On ne sait pas si toutes ces données entrent dans le cadre de la Directive IPPC.

	Nombre de chaînes de production	Volumes annuels des chaînes de bobines de pré-peinture	
		Acier (kt/an)	Aluminium (kt/an)
Autriche	2	375	
Belgique	7	670	8
Danemark	3	20	10
Finlande	2	270	*
France	17	1 415	45
Allemagne	24	1 469	382
Grèce	4	60	50
Irlande	0	0	0
Italie	34	1 225	197
Luxembourg	0	0	0
Pays-Bas	15	170	55
Portugal	2	40	*
Espagne	18	428	68
Suède	13	350	*
Royaume-Uni	9	510	10
République Tchèque	1	40	
Hongrie	1	90	*
Pologne	4	200	10
Slovaquie	2	80	5
Total	158	7 412	840
		8 252	
Note : * Les données sur l'acier et l'aluminium ne sont pas séparées, donc le total a été pris en compte dans les chiffres de l'acier.			

Tableau 14.1 : Nombre de chaînes de production et production annuelle d'acier et d'aluminium prélaqués dans certains pays européens
[58, ECCA, 2004]

Les produits en tôle prélaquée sont largement utilisés dans des industries aussi diverses que le bâtiment et la construction, les produits de consommation, l'industrie automobile, le mobilier, l'éclairage, l'emballage technique, etc. L'échelle de la consommation de produits prélaqués est présentée dans le Tableau 14.2 où les données de 2002 concernant l'acier et l'aluminium prélaqués sont listées.

	Acier		Aluminium	
	(kt)	(%)	(kt)	(%)
ECCA (1)	4 674	31,3	344	36
NCCA (2)	4 179	28	558	58,4
Reste du monde	6 064	40,7	53	5,6
Total	14 917	100	955	100
Notes :				
- ECCA (<i>European Coil Coating Association</i>) – Association européenne du prélaquage.				
- NCCA (<i>National Coil Coating Association</i>) – Association nationale du prélaquage aux États-Unis.				

Tableau 14.2 : Statistiques sur le prélaquage en 2002
[58, ECCA, 2004]

14.2 Procédés et techniques appliqués pour le prélaquage en continu

[58, ECCA, 2004], [71, BSTSA], [76, TWG, 2004, 128, TWG, 2005]

Une chaîne de prélaquage en continu enduit de peinture ou de plaqué des substrats métalliques de produits sous forme de bobine. Ceux-ci sont généralement appliqués sur de l'acier ou de l'aluminium laminé à froid, galvanisé à chaud par trempage ou électro galvanisé ; des alliages de cuivre, de l'acier inoxydable et d'autres substrats en métal peuvent aussi être enduits.

14.2.1 Description d'un procédé type de chaîne de prélaquage en continu

Une chaîne de prélaquage en continu organique classique comprend des dérouleuses, un accumulateur d'entrée de bande, un nettoyage, un revêtement de conversion, un revêtement primaire, un revêtement de finition, un accumulateur de sortie et des enrouleuses. Cette configuration permet à la chaîne de fonctionner en continu à des vitesses élevées, sept jours sur sept, vingt-quatre heures sur vingt-quatre, pour un rendement maximal. Tous les paramètres du procédé sont contrôlés pour assurer un fonctionnement efficace.

Le Tableau 14.3 présente les paramètres de fonctionnement classiques d'une chaîne de prélaquage en continu organique, et la Figure 14.1 illustre la disposition de base de la chaîne.

Paramètre	Valeur
Vitesse de fonctionnement (m/min)	30 – 180
Gabarit (mm)	0,1 – 2
Largeur (mm)	150 – > 1 600
Épaisseur du revêtement (en μm pour chaque côté)	1 – 200

Tableau 14.3 : Paramètres de fonctionnement type d'une chaîne de prélaquage en continu organique
[58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004]

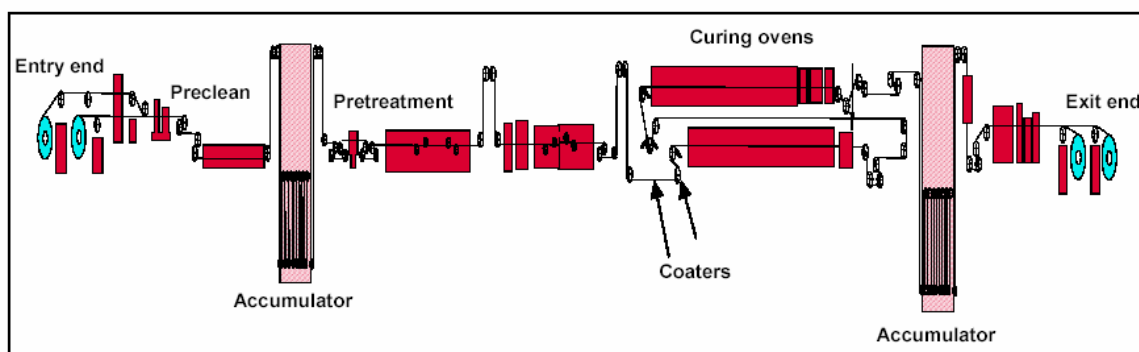


Figure 14.1 : Disposition type d'une chaîne de prélaquage en continu
[58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004]

Les sections suivantes expliquent de façon plus détaillée les différentes parties de la chaîne de prélaquage en continu.

14.2.1.1 Entrée

La bobine alimente la chaîne grâce à un chariot porte-bobine et à un dévidoir. La bobine est mesurée pour assurer le respect des normes de qualité, et passe ensuite par un procédé de cisailage pour éliminer les matériaux endommagés du bord d'attaque. Une agrafe ou une soudure est créée entre le bord d'attaque de la nouvelle bobine à traiter et la fin de la bobine en cours de traitement dans la chaîne, pour permettre un débit continu de matériau dans la section de transformation. La bande passe alors par une presse à découper, qui permet à l'agrafe d'être suivie le long de la chaîne.

14.2.1.2 Planeuse

On peut alors procéder à un nivelage de la tension pour assurer l'obtention d'une norme correcte de planéité. Cela est nécessaire pour faciliter le passage du matériau à travers les enduiseurs à rouleaux et les fours, et pour satisfaire les exigences du client. Une mauvaise forme de la bande peut entraîner une couche de peinture irrégulière et des stries.

14.2.1.3 Accumulateur

Après la planeuse, la bande entre dans un accumulateur d'entrée. Celui-ci fonctionne normalement à pleine capacité mais il peut libérer de la bande stockée pour laisser le temps à la section d'entrée de s'arrêter et de sertir ou souder ensemble les bobines.

14.2.1.4 Section de nettoyage

La bande est nettoyée chimiquement et dégraissée dans une solution aqueuse de nettoyage, par un système de trempage et/ou par un système de pulvérisation. Il est essentiel que la surface de la bande soit dégagée de toutes les impuretés, comme les graisses, les huiles ou les fines métalliques d'abrasion, pour qu'elle puisse être complètement enduite du revêtement de conversion, assurant ainsi une performance optimale du produit fini. Le nettoyage est suivi de rinçages à l'eau chaude et à l'eau froide pour éliminer tous les produits chimiques résiduels. Un dispositif de rouleau à « raclette » est généralement utilisé pour assurer qu'une faible quantité de solution entraînée générée par le dégraissage ne soit produite. Une section de « pré-nettoyage » peut être installée avant l'accumulateur d'entrée dans le cas de substrats fortement souillés.

14.2.1.5 Revêtement de conversion (prétraitement)

La bande est séchée avant d'être enduite d'un revêtement de conversion. Ce revêtement contient généralement des sels chromiques ou sans chrome, et crée une surface activée qui permet à la couche de peinture organique d'adhérer à la surface métallique de la bande. Pour des métaux comme l'acier laminé à froid et à chaud et diverses formes d'acier galvanisé, un revêtement en fer ou en phosphate de zinc peut être appliqué à la place. Des additifs spéciaux seront également utilisés pour favoriser le dépôt du revêtement sur des métaux différents et pour augmenter le rendement du procédé. La présence de ce revêtement de conversion améliore l'adhérence de la peinture et la résistance à l'humidité, et donc améliore la résistance anticorrosion à long terme du produit fini. Le revêtement peut être appliqué par enduiseurs à rouleaux chimiques (« enduiseur chimique », qui ne requière aucun rinçage) ou par un dispositif de pulvérisation/trempage et un rouleau à raclette. Certains revêtements nécessitent un rinçage final pour éliminer tous les résidus laissés sur le composant de la bande, le composant est séché au four avant d'entrer dans la section de revêtement.

14.2.1.6 Application de la couche primaire

Le procédé de peinture comprend deux étapes, à savoir 1) l'application de la couche primaire et 2) l'application de la finition. Lors de la première étape, la bande passe par un enduiseur à rouleaux qui applique une couche primaire sur les deux faces de la bande. L'enduseur à rouleaux peut être ajusté afin de régler la quantité de peinture appliquée sur les surfaces de la bande. Les opérations de revêtement sont effectuées dans une zone fermée, sans fumée et ventilée de façon adéquate pour assurer des conditions de travail sans risque pour le personnel, selon les réglementations locales et européennes.

Après l'application de la couche primaire, la bande passe par un four, dont la température et le temps de séjour sont contrôlés pour s'assurer que tous les produits volatils sont éliminés et que la peinture durcit correctement. Cela dépendra du système de peinture appliqué et de la superficie en coupe de la bande. Après durcissement au four, la bande est refroidie par un système de refroidissement par air ou par eau et, dans certains cas, les deux méthodes sont utilisées.

14.2.1.7 Application de la couche de finition

Une fois séchée, la bande passe par un second enduiseur à rouleaux, qui applique la couche de peinture de finition soit sur une face, soit sur les deux. Un revêtement similaire ou différent peut être appliqué sur l'envers de la bobine. De nouveau, l'épaisseur de la peinture appliquée sur chaque côté de la bande peut être contrôlée. La bande passe par un four réglé à une température appropriée pour s'assurer que tous les produits volatils sont éliminés et que la peinture a complètement durci. Après le durcissement au four, la bande est refroidie par un système de refroidissement par air ou par eau et, dans certains cas, les deux méthodes sont utilisées.

Pour la production de produits plastisols, un cylindre gaufreur peut être utilisé pour imprimer un motif sur la surface de peinture chaude avant la trempe.

L'adhésif requis pour la production de matériaux laminés peut être appliqué avec l'une des têtes de l'enduseur à rouleaux. Il est ensuite durci dans un four puis transformé par le poste de laminage.

Toutes les opérations de revêtement sont normalement effectuées dans une zone fermée, sans fumée et ventilée de façon adéquate pour assurer des conditions de travail sans risque pour le personnel.

14.2.1.8 Gaufreur/poste de laminage

Les cylindres gaufreurs sont utilisés pour imprimer des motifs ou des textures sur les revêtements plus épais. Le martelage est suivi d'une trempe et d'un séchage.

Pour la production de matériaux laminés, des rouleaux de films en polymère fins sont collés à la bande avec ou sans adhésif appliqué séparément. Le film est couché sur le revêtement chaud par pression du rouleau, étape suivie d'une trempe et d'un séchage comme pour le revêtement de peinture.

14.2.1.9 Systèmes de refroidissement

Afin de réduire au maximum la consommation d'eau, de façon compatible avec la qualité du produit, une tour d'évaporation ou autre tour de refroidissement peut être utilisée pour fournir un système fermé au refroidissement de la bande.

14.2.1.10 Sortie

Après avoir été refroidie, la bande passe par un accumulateur de sortie et un dispositif à coupe transversale/une machine à cisailler. Cet accumulateur permet à la chaîne de fonctionner en continu tandis que la section de sortie ralentit ou s'arrête le temps d'enlever la bobine finie. La bande est inspectée et testée pour s'assurer qu'elle respecte les normes de qualité, et est alors enroulée sur une bobine de tension. La bobine achevée est enlevée et le polissage à bande est appliqué. Elle est alors identifiée et transportée dans la zone d'emballage, où elle est emballée selon les exigences du client.

14.2.2 Types de revêtement

Comme la chaîne de prélaquage en continu permet d'appliquer une peinture ou un plaqué à un substrat, une grande diversité de produits peut être fabriquée. Les revêtements, qui incluent des polyesters, des polymères piézoélectriques, des plastisols, des revêtements en époxy et en époxyphénolique, des couches primaires, des revêtements verso et des plaqués, sont généralement appliqués dans des épaisseurs variant de 1 à 200 microns.

Une couche primaire flexible anticorrosive ou une couche de fond est appliquée sur la feuille métallique prétraitée pour conférer une adhérence et une durabilité correctes à la couche de finition appliquée ultérieurement. Pour chaque produit, le revêtement est appliqué en un certain nombre de couches. La Figure 14.2 montre un exemple type de matériau enduit d'acier.

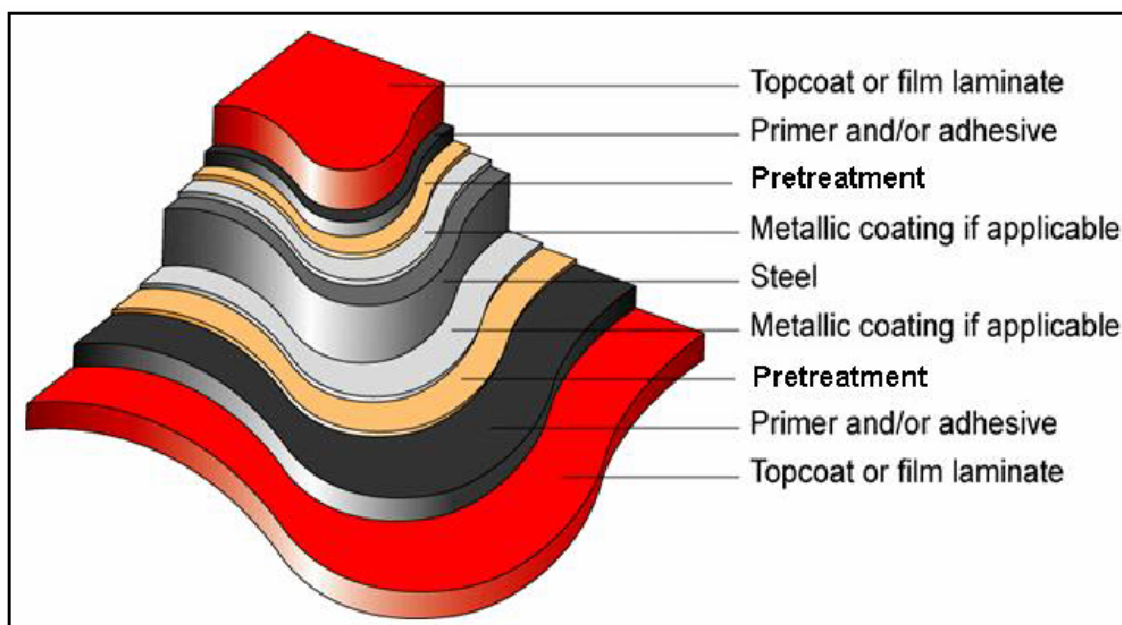


Figure 14.2 : Couches classiques d'un produit enduit d'acier
[58, ECCA, 2004]

Le Tableau 14.4 énumère certains types de revêtements organiques couramment utilisés dans l'industrie du prélaquage en continu.

Revêtement	Épaisseur du film sec (µm)	Types de résine	Teneur en solvants (%)	Types de solvant	Température de durcissement (°C)
Couches primaires traditionnelles	4 – 9	Époxy/urée Époxy/mélamine Polyester/mélamine Polyuréthane Acrylique	50 – 70	Composés aromatiques à haut point d'ébullition ; alcools ; éthers/esters de glycol ; esters à haut point d'ébullition	210 – 230
Couches primaires garnissantes	12 – 25	Polyester/mélamine Polyuréthane	40 – 50	Composés aromatiques à haut point d'ébullition ; alcools ; éthers/esters de glycol ; esters à haut point d'ébullition	210 – 230
Couches verso	4 – 15	Polyester/mélamine Époxy/mélamine Époxy/phénolique Alkyde/mélamine	50 – 70	Composés aromatiques à haut point d'ébullition ; alcools ; éthers/esters de glycol	180 – 250
Couches de finition					
Polyester	18 – 25	Polyesters saturés réticulés avec des résines formol-mélamine	35 – 55	Composés aromatiques à haut point d'ébullition ; éthers/esters de glycol ; esters/alcools à haut point d'ébullition	210 – 230
Polyester modifié à la silicone (SMP)	Comme ci-dessus.	Comme ci-dessus, excepté la modification à la silicone dans la résine polyester	45 – 55	Composés aromatiques à haut point d'ébullition ; éthers/esters de glycol ; esters à haut point d'ébullition	210 – 230
Polyuréthane	20 – 30	Polyesters saturés avec réticulation d'uréthane	30 – 50	Composés aromatiques à haut point d'ébullition ; éthers/esters de glycol ; esters à haut point d'ébullition	220 – 240
PVDF PVF₂	20 – 25	Polyfluorure de vinylidène + polymère acrylique	40 – 65	Composés aromatiques à haut point d'ébullition ; éthers/esters de glycol ; cétones à haut point d'ébullition	240 – 260
Plastisol PVC	100 – 200	Polychlorure de vinyle + plastifiants	< 10	Esters à haut point d'ébullition ; composés aliphatiques à haut point d'ébullition	190 – 210
Couches de finition					
Produits à base d'eau (incluent certaines couches)	10 – 25	Acrylique/mélamine	5 – 15	Esters à haut point d'ébullition ; éthers/esters de glycol	220 – 230

primaires et couches verso)					
Revêtement d'ustensiles de cuisson non collants	12 – 15 [2 couches, 7+7]	Polyéther-sulfone PTFE	65 – 80	N-méthyl pyrrolidone ; butyrolactone ; composés aromatiques à haut point d'ébullition	350 – 370
Revêtements par film laminé	15 – 120	Polychlorure de vinyle, PVC + polyfluorure de vinyle, PVF ; polyéthylène téréphtalate, PET ; acrylique ; polypropylène	0	Aucun dans le film, mais utilisé dans les couches primaires/adhésifs	Stratification à 180 – 230
Revêtements en poudre	35 – 100	Polyester/époxy polyuréthane	0		200 – 250

Tableau 14.4 : Types de revêtements organiques utilisés dans l'industrie du prélaquage en continu
[58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004]

14.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels du prélaquage en continu

[13, DFIU and IFARE, 2002], [58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004, 128, TWG, 2005]

14.3.1 Bilans massiques

Les données générales sur la consommation et les émissions des procédés de prélaquage en continu sont rapportées dans les sections suivantes. Cependant, plusieurs données relatives aux consommations et aux émissions d'installations individuelles ont aussi été rassemblées dans les sections pertinentes ci-dessous.

14.3.2 Consommations

[13, DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

14.3.2.1 Matériaux

[128, TWG, 2005]

Le Tableau 14.5 donne la liste des revêtements organiques utilisés en 1993 et en 2002.

Types de revêtements	Utilisation relative (%)	
	1993	2002
Couches primaires	16,5	20
Revêtements verso	13,2	16,6
Couches de finition		
Polyester	36,1	39
Polyester modifié à la silicone	3,4	0,2
Polyuréthane	Inconnue	6,2
PVdF (polyfluorure de vinylidène)	2,7	2,2
Plastisol PVC	19,9	14,1
À base d'eau	0,4	0,2
Films laminés	6	6
Poudre	Inconnue	- 0,5
Acrylique (à base de solvants) – largement historique	0,3	0,002
Autres	7,5	1
Utilisation européenne totale	95 000 t/an	158 000 t/an

Tableau 14.5 : Utilisation de revêtements organiques en 1993 et en 2002
[58, ECCA, 2004]

Les matériaux suivants sont utilisés dans les procédés de prélaquage organique en continu :

- * substrats métalliques
- * peinture
- * solvants

- * agents de nettoyage pour peinture pour les produits chimiques de nettoyage et de prétraitement
- * huiles mécaniques
- * eau (deminéralisée) (environ 0,3 l/m² de bobine)
- * autres : biocides, graisse, matériaux de nettoyage.

Le Tableau 14.6 présente les ressources du procédé de prélaquage en continu, leurs utilisations et leur destination classique au point de rejet.

Substance	Utilisation	Destination classique au point de rejet
Ressources sous forme solide		
Bande de métal (sous forme de bobine)	Substrat	Produit ou déchet
Chiffons de nettoyage (en tissu)	Nettoyage	Peuvent être blanchis et réutilisés
Ressources sous forme liquide		
Peinture	Laquage en continu	Produit/élimination autorisée
Solvants	Nettoyage et dilution de la peinture	Élimination autorisée
Produits chimiques de nettoyage	Nettoyage de la bande	Installation de traitement/élimination autorisée
Produits chimiques de prétraitement	Prétraitement de la bande	Produit/installation de traitement/élimination autorisée
Agents de nettoyage pour peinture	Têtes de nettoyage de peinture	Élimination autorisée
Eau	Refroidissement/traitement	Flux/effluent de déchets
Huiles mécaniques	Lubrifiants	Élimination autorisée
Huiles de revêtement	Anticorrosion	Produit/élimination autorisée
Biocides	Produits chimiques de traitement de l'eau	Effluent/flux de déchets
Ressources sous forme gazeuse		
Vapeur ou eau chaude (1)	Séchage de la bande/chauffage de la solution	Condensat – dispositif de vidange
Gaz naturel (1)	Combustible	Produits de combustion dans l'air
Hydrogène	Contrôle du four	Produits de combustion dans l'air
Éthylène dans l'air	Contrôle du four	Produits de combustion dans l'air
Note :		
1) Une option alternative est d'utiliser de l'électricité.		

Tableau 14.6 : Ressources du procédé de prélaquage en continu, leurs utilisations et leur destination classique au point de rejet
[58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004]

Revêtement organique

Dans le secteur du prélaquage en continu, on utilise presque exclusivement des systèmes de revêtement à base de solvants ; voir Tableau 14.5. Les systèmes de revêtement organique sont basés sur du polyester et du polyuréthane (ou une combinaison des deux), de l'époxy ou de l'époxyphénolique et du polyfluorure de vinylidène (PVdF ou PVF₂). Pour des surfaces spéciales, des revêtements avec des feuilles thermoplastiques basées sur du polychlorure de vinyle (PVC) ou du polyéthylène téréphtalate (PET) sont appliqués, mais ils peuvent aussi inclure du polyfluorure de vinyle (PVF) et d'autres polymères.

La base de résine des couches primaires peut aussi être de l'époxy, du polyester, du polyuréthane ou de l'acrylique, selon les spécifications particulières. Traditionnellement, les couches primaires anticorrosives reposent sur l'activité chimique du chromate de zinc ou de strontium pour fournir une protection anticorrosion. Tandis que les systèmes de spécifications internes ou moins stricts présentent une performance adéquate sans pigments de chromate, l'utilisation de couches primaires sans chromate pour des revêtements à longue durée de vie dans des environnements agressifs n'est actuellement pas établie (voir le BREF STM [59, EIPPCB, 2006]).

Les solvants les plus fréquemment utilisés sont donnés dans le Tableau 14.8.

Types de solvants	Quelques exemples
Alcools	Alcool diacétonique
Acétates de glycol	Acétate d'éthylglycol propylène, acétate diéthylène glycol
Glycols	Diéthylène glycol de butyle, butylglycol, éther monométhyle de glycol propylène
Esters à haut point d'ébullition	Esters dibasiques, mélanges d'esters d'éthane raffinés d'acides glutariques et d'acides succiniques
Cétones	Isophorone
Hydrocarbures de pétrole	Fractions aromatiques du commerce, xylène

Tableau 14.7 : Solvants les plus fréquemment utilisés dans le revêtement organique [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

Une autre source rapporte qu'aux États-Unis, les solvants les plus fréquemment utilisés sont le xylène, le toluène, la méthyle éthyle cétone (MEC), l'alcool butylique, le diacétone-alcool, l'isophorone, l'alcool n-amylique, les essences minérales, l'alcool éthylique, le nitropropane, le tétrahydrofuranne, la méthylisobutylcétone, l'alcool isopropylique, la cétone de diisoamyle et de nombreux autres mélanges d'autres solvants spéciaux [57, Rentz, et al., 1999].

L'application de revêtements de film fin (environ 3 µm) est de plus en plus utilisée, en particulier dans l'industrie automobile, tandis que l'utilisation de plastisols en polychlorure de vinyle décroît.

Les peintures à base de solvants actuellement appliquées ont une teneur en extrait sec comprise entre 30 et 70 % (m/m). L'épaisseur de la couche appliquée pour les systèmes basés sur de la résine acrylique, époxy, polyuréthane et polyester varie de moins de 1 µm jusqu'à 50 µm, cependant l'épaisseur la plus courante est de 25 µm.

Pour les plastisols dont la teneur en solvants varie de 5 à 10 %, une épaisseur de couche allant jusqu'à 200 µm est courante.

Pour les systèmes de revêtements en poudre, l'épaisseur de couche courante est de 60 à 100 µm.

Les chiffres de consommation type pour un mètre carré de prélaquage en continu, en appliquant une épaisseur de couche comprise entre 50 et 60 µm de revêtement en poudre ou liquide, sont présentés dans le Tableau 14.9.

Système de peinture	Consommation de peinture (g/m ² de bobine)
À base de solvants (50 % (m/m))	32 – 53
Peinture en poudre	60 – 80
Note : Du fait des divers systèmes de revêtement et dispositions de couches, ces chiffres ne représentent qu'une approximation.	

Tableau 14.8 : Consommation de peinture classique dans le prélaquage en continu [13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

En Allemagne, environ 22 000 tonnes de peinture à base de solvants ont été appliquées en 2000. Dans les grandes installations, les solvants sont utilisés par centaines de kilogrammes par heure.

Les produits consommables ne contenant pas de solvants énumérés dans le Tableau 14.10 incluent les produits chimiques de nettoyage et de prétraitement.

Procédé	Produit	Méthode d'application	Substrat	Principaux composants	Taux de consommation (kg/1 000 m²)
Nettoyage	Liquide alcalin	Pulvérisation	Acier laminé à froid Acier enduit de zinc	Hydroxyde de potassium Hydroxyde de sodium Phosphates Agent complexant à base de sucre Agents tensioactifs	1,6
Nettoyage	Liquide alcalin	Pulvérisation	Aluminium	Hydroxyde de potassium Hydroxyde de sodium Phosphates Agent complexant à base de sucre Agents tensioactifs	2,5
Nettoyage	Liquide acide	Pulvérisation	Aluminium	Acide sulfurique Acide phosphorique Acide fluorhydrique Agents tensioactifs	1,3
Prétraitement	Oxyde alcalin (stade 1)	Pulvérisation et immersion	Acier enduit de zinc	Hydroxyde de sodium Agent complexant à base de sucre Nitrate ferrique Nitrate de cobalt	4,8
Prétraitement	Oxyde alcalin (rinçage final)	Pulvérisation	Acier enduit de zinc	Cr6+, Cr3+, Zn, HF	0,94
Prétraitement	Chrome (sans rinçage)	Enduiseur chimique	Acier laminé à froid Acier enduit de zinc	Cr6+, Cr3+, acide phosphorique	0,52
Prétraitement	Phosphate de zinc	Pulvérisation	Acier enduit de zinc	Phosphate de zinc	6,6
Prétraitement	Chrome (rincé)	Pulvérisation	Acier enduit de zinc	Cr6+, Cr3+	11
Prétraitement	Sans chrome (sans rinçage)	Enduiseur chimique	Acier enduit de zinc	Titane, manganèse, zirconium, acide phosphorique, polymère organique	0,4
Prétraitement	Chrome (sans rinçage)	Enduiseur chimique	Aluminium	Cr6+, Cr3+, acide phosphorique	0,52
Prétraitement	Chrome (rincé)	Pulvérisation	Aluminium	Cr6+, Cr3+, acide phosphorique, acide fluorhydrique	2,00
Prétraitement	Sans chrome (sans rinçage)	Enduiseur chimique	Aluminium	Titane, manganèse, zirconium, acide phosphorique, polymère organique	0,40
Prétraitement	Sans chrome (rincé)	Pulvérisation	Aluminium	Titane, zirconium	2,00
Prétraitement	Sans chrome (sans rinçage)	Pulvérisation et immersion		Zirconium	

Tableau 14.9 : Produits chimiques ne contenant pas de solvants
[58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

14.3.2.2 Eau

La principale utilisation de l'eau se situe au niveau des stations de nettoyage et de prétraitement, bien qu'une certaine quantité soit utilisée pour la trempe après le revêtement et le martelage. Les techniques et les MTD de contrôle et de réduction de la consommation d'eau sont présentées dans le BREF STM. Des techniques clés sont les consommations de référence, voir Section 20.1.3, et les techniques couvertes dans la Section 20.4 (réutilisation et recyclage, régénération, rinçage en cascade et contrôles) [128, TWG, 2005].

14.3.2.3 Énergie

Du gaz naturel est normalement utilisé comme source de combustible pour les fours de durcissement de peinture et pour l'oxydant (procédé de combustion). Un oxydant régénérateur et récupératif est couramment appliqué. La chaleur générée peut être éventuellement utilisée dans le procédé ou peut être utilisée pour la génération de vapeur ou pour l'eau chaude. Du gaz naturel peut aussi être utilisé pour chauffer le système de revêtement sans rinçage, qui sèche la solution de chromate appliquée à la bande. Des amortisseurs et des jauges de température sont utilisés pour assurer le contrôle des réglages du four. Dans une installation d'acier intégrée, la récupération d'énergie peut être connectée au système général d'énergie du site.

De l'électricité, provenant du réseau national, est utilisée pour alimenter la ligne. La principale utilisation d'électricité concerne les opérations du procédé et les mouvements de la bobine avec les grues aériennes et les commandes de ligne, qui sont alimentées électriquement. Des consommations type sont présentées dans le Tableau 14.11 et le Tableau 14.12 ci-dessous.

Électricité (kWh/1 000 m ²) Aluminium			Électricité (kWh/1 000 m ²) Acier		
Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	Maximum
270	360	375	250	350	440

Tableau 14.10 : Utilisation d'électricité pour les substrats en aluminium et en acier
[58, ECCA, 2004]

Combustibles fossiles (MJ/1 000 m ²) Aluminium			Combustibles fossiles (MJ/1 000 m ²) Acier		
Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	Maximum
4 000	7 000	9 800	3 000	6 500	10 200

Tableau 14.11 : Consommation de combustibles fossiles pour les substrats en aluminium et en acier
[58, ECCA, 2004]

14.3.3 Émissions

14.3.3.1 Émissions dans l'air

[13, DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004] [57, Rentz, et al., 1999].

Des solvants sont libérés sous forme d'émissions de COV, en particulier lors des étapes du procédé de revêtement (environ 8 %), de séchage (environ 90 %) et de refroidissement avec de l'eau et/ou de l'air (environ 2 %).

En général, quatre principales sources d'émissions dans l'air sont présentes dans une chaîne de prélaquage en continu classique. Il s'agit :

- * des émanations (brume) émanant de la section de revêtement de conversion si une application de séchage en place ou par trempage n'est pas utilisée
- * des émanations de peinture/solvants provenant des enduiseurs et des fours
- * des émanations provenant des travées de cuisson et de mélange de la peinture
- * des émissions émanant du système de refroidissement. Celles-ci peuvent être des émissions de sources ponctuelles ou diffuses.

Les émissions classiques dans l'air sont données dans le Tableau 14.12 ci-dessous :

Source d'émissions	Espèces émises
Oxydant	COV, CO, NO _x
Trempe à l'air du four de finition	COV
Chambre d'émanations de laboratoire	Niveau d'émanation peu élevé
Conduit pour la santé sur le lieu de travail, assurant une protection contre les émanations provenant des chambres de revêtement	COV
Échappement de l'épurateur de prétraitement	Acide chromique Hydroxyde de potassium Hydroxyde de sodium
Épurateur de pré-nettoyage	Hydroxyde de potassium Hydroxyde de sodium
Épurateur du grand réservoir de HCl	Émanations de HCl
Émanations du réservoir de floculation	SO ₂

Tableau 14.12 : Émissions dans l'air classiques émanant des procédés de prélaquage en continu (toutes ces sources sont ponctuelles)
[58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

Les émissions dans l'air classiques émanant de sources ponctuelles avec équipements de réduction sont les COV, et les oxydes de carbone et d'azote.

Les émissions de COV et de CO pour les chaînes équipées de techniques de réduction peuvent varier en fonction du produit fabriqué. Celles qui présentent des charges élevées de solvants peuvent entraîner des valeurs d'émission plus élevées que celles qui présentent de faibles charges de solvants. Des revêtements plus épais (comme les plastisols et les plaqués) peuvent entraîner des émissions plus faibles que les couches de revêtement fin.

Les niveaux de COV émanant des points de dégagement sans réduction peuvent varier de façon intermittente et peuvent parfois être supérieurs à 50 mg/m³ du fait d'activités intermittentes localisées dans la zone des enduiseurs, comme l'assainissement et le nettoyage de plateaux. Cependant, leur volume par rapport aux émissions réduites reste encore très bas, bien que les émissions nécessitent d'être revues site par site.

Dans toute l'industrie, on obtient des concentrations de gaz propre inférieures à 20 – 50 mg de C/m³. Les systèmes de peinture organique n'émettent pas de fluorure, et des isocyanates bloqués sont utilisés dans certains revêtements car ils éliminent les émissions d'isocyanates. Toute émission > 50 mg de COV/m³ représentera probablement une violation des limites de la DES et, par conséquent, une réduction sera nécessaire.

Le Tableau 14.13 présente certaines valeurs d'émission spécifiques de COV pour différents systèmes de revêtement avec une épaisseur de revêtement moyenne de 55 µm. La teneur en COV des fours de l'installation varie entre 8,75 et 9,3 g/m³, ce qui représente 22 % de la LIE de 40 g/m³.

On peut obtenir un rendement de capture de 97 % de toutes les émissions de COV qui se produisent tout au long du procédé de prélaquage en continu, et donc 3 % d'émissions de COV diffuses. Dans le cas d'un système de revêtement avec une teneur en solvants de 50 % en combinaison avec un rendement d'élimination de 99 % dans l'incinérateur, environ 0,04 kg de solvant par kg d'extrait sec de revêtement utilisé sont émis.

Système de revêtement	Émissions de COV spécifiques (g/m ² de prélaquage en continu)	Technique de réduction
À base de solvants	0,73 – 0,84	Incinérateur connecté au four
Teneur en solvants (50 % (m/m))	28 – 29 ¹	Aucune
Revêtement en poudre	0 – 0,8 ²	Aucune
Notes :		
¹ Valeurs de concentration obtenues sans réduction supplémentaire du flux d'air.		
² Émissions de COV liées aux réactions de durcissement plutôt qu'aux solvants.		

Tableau 14.13 : Émissions spécifiques de COV pour plusieurs systèmes de revêtement
[13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

D'autres émissions possibles peuvent inclure les isocyanates émanant des produits en polyuréthane et les fluorures émanant des revêtements contenant du fluorure, pour lesquels les niveaux d'émissions sont généralement inférieurs à 0,1 mg/m³.

14.3.3.2 Émissions dans l'eau

[13, DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004] [59, EIPPCB, 2006]

La principale source d'eaux usées générées par une chaîne de prélaquage en continu provient de la section de nettoyage d'entrée et de certains procédés de prétraitement qui nécessitent un rinçage ultérieur (comme la passivation, la chromatisation), ces points sont couverts dans le BREF STM. Des procédés de prétraitement, qu'ils contiennent du chrome ou non, peuvent aussi être appliqués en utilisant la méthode appelée « méthode sans rinçage » (application par une technique au rouleau). Cette méthode ne génère pas de quantités significatives d'eaux usées. Les solutions de prétraitement et de nettoyage et leurs eaux de rinçage associées peuvent soit être traitées dans une station de traitement des effluents sur site, soit transportées hors du site pour traitement ou élimination.

Certaines émissions apparaissent dans les eaux de trempe utilisées après le durcissement lors de l'application de la couche primaire et de la couche de finition et après le martelage, mais elles ne sont pas particulièrement significatives. Comme tous les systèmes de peinture nécessitent une trempe, il n'y a aucune différence dans les quantités d'eaux usées générées par les différents systèmes de peinture, mais il peut y avoir de légères différences dans le niveau réel/les types de contaminants. Le type d'émissions émanant des sections de nettoyage et de prétraitement pour une chaîne de revêtement en acier dépend du substrat métallique et de la nature chimique des sections de nettoyage et de prétraitement. Les émissions peuvent inclure du zinc, de l'aluminium, du chrome, du cobalt, du fer, des matières en suspension, et des acides ou des bases entraînant des variations de pH. Une source a rapporté la présence éventuelle de cuivre et de nickel. Le revêtement organique utilisé dans la chaîne de revêtement en acier peut aussi influencer les composants apparaissant dans les eaux usées.

14.3.3.3 Déchets

[13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

Les agents de nettoyage contenant des solvants sont utilisés pour le nettoyage des appareils de revêtement. Ils sont normalement collectés et traités pour pouvoir être réutilisés. La quantité de solvants utilisés dans une installation s'élève à environ 7 000 kg/an. Des résidus de peinture sont générés en petites quantités et sont éliminés ou réutilisés pour le revêtement de l'envers de la bobine.

La quantité de sulfate ferrique cristallin provenant du procédé de galvanisation dans une installation s'élève à environ 4 000 kg/an et est réutilisée en externe dans des procédés de fusion. La quantité d'hydroxyde de zinc s'élève à environ 7 000 kg/an et est aussi réutilisée dans des procédés de fusion.

Les déchets généraux (non dangereux) sont normalement collectés dans des conteneurs à déchets de tailles et de conceptions variables situés dans toute l'installation et qui, en fonction de leur contenu, sont transportés vers divers lieux pour être éliminés. Les déchets généraux incluent, par exemple, les déchets de matériaux d'emballage et les détritiques courants.

Les matériaux résiduels dangereux sont généralement mis en citernes en dehors du site afin d'être éliminés ou récupérés. Ceux-ci incluent les solvants, les peintures, les chiffons contaminés, les huiles et tout autre matériau dangereux. Une filière adaptée de recyclage/d'élimination est normalement identifiée pour le matériau et les vérifications nécessaires sont entreprises pour s'assurer que le matériau est transféré vers une infrastructure autorisée. Le transport du matériau est effectué par un transporteur de déchets agréé. Le bordereau de transfert ou le bordereau d'expédition de déchets spéciaux nécessaire est rempli et accompagne les déchets.

Le Tableau 14.14 indique quelques caractéristiques des principaux déchets générés par le procédé de prélaquage en continu et la filière de recyclage ou d'élimination correspondante.

Source de l'installation de procédé	Déchets ou sous-produits	Filière de recyclage ou d'élimination	État physique
Déchets de métaux	Déchets de métaux	Recyclés	Solide
Revêtement	Restes de peinture	Élimination autorisée	Liquide
	Solvants utilisés	Élimination autorisée	Liquide
	Déchets issus du prétraitement	Installation de traitement/élimination autorisée	Liquide
	Nettoyeurs alcalins, nettoyeurs acides	Installation de traitement/élimination autorisée	Liquide
	Eaux de rinçage	Installation de traitement/élimination autorisée	Liquide
	Eaux de trempe	Eaux de surface/égout	Liquide
Général	Matériaux contaminés par des huiles	Élimination autorisée	Solide
	Déchets généraux (incluant les emballages)	Déchets généraux mis en décharge	Solide
	Déchets de papeterie (bureau)	Recyclés par le sous-traitant autorisé	Solide
	Huile mécanique résiduaire	Élimination autorisée	Liquide

Tableau 14.14 : Déchets classiques générés par un procédé de chaîne de prélaquage en continu [58, ECCA, 2004]

Déchets de métaux

Généralement, les déchets de métaux du procédé peuvent être recyclés ou réutilisés. La quantité de déchets de métaux produite durant le procédé dépendra beaucoup de la largeur et du gabarit du substrat utilisé, et est donc normalement directement corrélée au système de peinture en fabrication. L'aluminium est récupéré par refusion dans des fours spéciaux, où la récupération est réalisée en utilisant une énergie équivalente à seulement 5 % de l'énergie utilisée lors de sa fabrication d'origine. Les déchets d'acier sont généralement récupérés en chargeant les déchets de métaux, y compris les produits peints, dans un convertisseur élémentaire d'aciérage à oxygène en tant que matières premières. Des études ont montré que l'acier enduit de plastisol pouvait aussi être recyclé de cette façon, sans effet négatif sur les émissions émanant du procédé. Le revêtement génère une énergie en retour lorsque la bande d'acier/d'aluminium est refusionnée.

14.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le prélaquage en continu

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer au prélaquage en continu. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques peuvent aussi être applicables au prélaquage en continu. Le Tableau 14.15 présente les techniques générales applicables au prélaquage en continu qui sont décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Le document de synthèse EGTEI relatif au prélaquage en continu (voir Annexe 24.1.1) donne des informations sur la rentabilité au niveau européen de certaines techniques de réduction des émissions de COV. Néanmoins, l'approche de l'EGTEI doit nécessairement limiter sa complexité et seules les principales techniques sont fournies, sans prendre en compte les autres facteurs MTD, comme les effets croisés ou les caractéristiques techniques des installations et des produits individuels.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 14.15 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

14.4.1 Gestion de l'eau

14.4.1.1 Réutilisation de l'eau dans l'installation

Pour une description générale, voir Section 20.4.1.2. Cette technique est largement utilisée dans l'industrie du prélaquage en continu.
[58, ECCA, 2004]

14.4.1.2 Contrôle de l'eau de rinçage avant déversement par des mesures de conductivité

Pour une description générale, voir Section 20.4.1.4. Cette technique est largement utilisée dans l'industrie du prélaquage en continu.
[58, ECCA, 2004]

14.4.1.3 Rinçage en cascade inversé

Pour une description générale, voir Section 20.4.1.3. Cette technique est largement utilisée dans l'industrie du prélaquage en continu.
[58, ECCA, 2004]

14.4.2 Revêtements traditionnels à base de solvants

Description : La majorité des peintures de prélaquage en continu sont à base de solvants, avec une teneur en solvants allant de moins de 10 % à plus de 70 % pour certains objectifs spécifiques. Les COV émis sont captés et réduits. Pour plus de détails, voir Section 20.7.2.1, Tableau 14.4 et Tableau 14.5.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

14.4.3 Remplacement des revêtements à base de solvants (substitution)

14.4.3.1 Revêtements à haut extrait sec

Description : Voir Section 20.7.2.2. Des systèmes de revêtement à haut extrait sec avec une teneur en extrait sec variant de 70 à 95 % sont appliqués dans les procédés de prélaquage en continu.

Avantages pour l'environnement : Les réductions des COV extraits entraînent des exigences moins strictes sur les équipements de réduction. Des charges de solvants réduites dans les fours peuvent permettre des réductions des écoulements d'air extraits ou des vitesses de chaîne plus élevées pour une certaine concentration dans l'air. Cela réduit l'utilisation de gaz dans l'oxydant, l'utilisation de solvants et les volumes à transporter.

Effets croisés : La réduction des vapeurs de solvant dans les flux de déchets peut faire augmenter la demande de gaz/de combustible fossile dans l'oxydant, et/ou réduire l'énergie récupérée pour préchauffer l'air du four.

Données d'exploitation : Les revêtements en plastisol PVC contiennent généralement moins de 10 % de solvants. Ils représentent environ 15 % des couches de finition du prélaquage en continu, mais ils sont appliqués en une épaisseur de film beaucoup plus importante. La tendance est de réduire les teneurs en solvants des autres compositions chimiques de revêtement, en fonction des propriétés d'application et des exigences de performance du produit fini.

Applicabilité : Ils ne sont pas adaptés à toutes les applications. Les alternatives à haut extrait sec ne sont pas encore disponibles pour remplir les spécifications de performance pour de nombreuses utilisations finales du prélaquage en continu. L'utilisation d'une technique à haut extrait sec est limitée par sa capacité à satisfaire les propriétés d'application et les exigences de performance.

Aspects économiques : Les revêtements à extrait sec plus élevé nécessitent l'application d'une épaisseur de film humide réduite pour obtenir la même épaisseur finale de revêtement sec – cela accroît la pression exercée sur les rouleaux d'application et peut entraîner des coûts de maintenance plus élevés et une consommation d'énergie électrique accrue pour commander l'enduseur.

Moteurs de la mise en œuvre : Les charges de solvants réduites dans les fours peuvent permettre des vitesses de chaîne plus élevées – un rendement accru, une demande énergétique réduite. DES.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002], [58, ECCA, 2004]

14.4.3.2 Revêtements à base d'eau

Description : Voir Section 20.7.2.3. Les peintures à base d'eau contiennent des résines diluables à l'eau ou dispersibles dans l'eau généralement à base de résines polyester, acrylique, mélamine et époxy. La majorité des peintures diluables à l'eau actuellement disponibles contiennent aussi jusqu'à 20 % de solvants organiques servant d'agents de coalescence.

Avantages pour l'environnement : Élimination ou réduction importante des émissions de solvants émanant des systèmes de revêtement. L'application de systèmes de revêtement à base d'eau représente, en principe, une possibilité de réduction des émissions de COV.

Effets croisés : Du fait de la teneur en solvants, autour de 20 %, et de la charge annuelle élevée, un traitement des gaz résiduels est nécessaire, entraînant une consommation d'énergie relativement élevée.

L'eau a une énergie d'évaporation plus élevée que les solvants organiques. Par conséquent, les revêtements à base d'eau peuvent nécessiter des ressources en énergie plus importantes dans les fours de durcissement, et, à moins qu'ils ne contiennent aucun solvant, ils nécessiteront toujours une réduction des

évacuations qui pourrait aussi entraîner une consommation de gaz élevée. Les systèmes à base d'eau peuvent poser des difficultés dans les opérations de nettoyage des équipements d'enduseur et nécessiter des agents de nettoyage plus puissants que les revêtements à base de solvants.

Données d'exploitation : Les systèmes à base d'eau utilisent généralement des amines pour la stabilisation du pH. Des expériences menées avec ces amines dans une entreprise ont mis en avant des problèmes majeurs concernant la protection des employés.

Applicabilité : Les systèmes de peinture à base d'eau ne sont pas applicables à une large gamme d'utilisations. Actuellement, les peintures à base d'eau ne représentent pas plus de 0,2 % de la consommation totale de peinture dans les procédés de prélaquage en continu en Europe de l'Ouest. Si des revêtements à base d'eau sont utilisés, l'application se limite principalement aux couches primaires et aux revêtements verso ou couches d'impression. Des systèmes de revêtement à base d'eau ont été utilisés sur certaines chaînes de prélaquage en continu pendant de nombreuses années, mais ils ne sont pas applicables à une large gamme de spécifications d'utilisation finale. Ils peuvent être utilisés sur des chaînes dédiées à une gamme de produits limitée, où le développement de formulations spécifiques satisfait les exigences de performance.

Aspects économiques : Les systèmes de revêtement à base d'eau n'entraînent pas de hausses majeures des coûts, mais ils peuvent poser des problèmes de corrosion dans les équipements de stockage, de pompage et d'application, et dans les fours et les conduits d'évacuation. Le remplacement des équipements par des alternatives en acier inoxydable est généralement plus coûteux.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Une installation en Autriche.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004]

14.4.3.3 Revêtements en poudre

Description : Voir Section 20.7.2.6. Ces systèmes de revêtement sont des revêtements en poudre finement divisée, généralement basés sur des résines polyesters. Les particules de poudre sont normalement appliquées par chargement électrostatique dans des pistolets de pulvérisation ou dans une chambre à nuage et elles sont alors attirées par la bande en métal reliée à la terre lors de son passage. Le prétraitement chimique de la surface est similaire à l'application de produits à base de solvants. Le séchage ou le durcissement est généralement effectué par une combinaison de rayonnement infrarouge et d'air chaud circulant. On obtient des températures d'objets allant de 180 à 250 °C. Le procédé de durcissement dure généralement de 1,5 à 2 minutes. L'application est généralement effectuée sur un côté de la bande avec une couche d'une épaisseur habituelle de 50 à 60 µm.

Avantages pour l'environnement : Élimination complète des émissions de solvant dans le système de revêtement. Une réduction de la consommation de gaz est possible, car l'incinération des rejets peut ne plus être nécessaire.

Effets croisés : Les limites en matière d'épaisseur de film augmenteront les quantités de matériaux de revêtement utilisés. Le développement, dans le four de durcissement, de produits de réaction émettant des odeurs, durant la fusion et la réaction de la poudre, pourrait rendre l'application d'une technique de réduction nécessaire de toute façon.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : La vitesse de la chaîne est nettement réduite pour l'application de la poudre, la fusion, l'écoulement et le durcissement (limitée à 15 m/min). De plus, une gamme très limitée de qualités de revêtement en poudre peut être appliquée et durcie durant ces courtes périodes de temps. La technologie actuelle ne permet pas encore de réaliser une uniformité des revêtements en poudre pour une épaisseur de film inférieure à 30 microns. L'ensemble de ces limites signifie que la mise en place de revêtements en poudre dans des installations traditionnelles n'est pas faisable pour le moment. Cette technique est spécialement utilisée dans le secteur de la construction, par exemple pour les panneaux plats, les encadrements de fenêtres, les sanitaires et dans l'industrie de transformation des tôles (salles informatiques et autres). Elle est également utilisée pour des produits de niche fabriqués en petites quantités. Le revêtement en poudre sur les deux faces sur une chaîne de prélaquage en continu est toujours problématique.

Aspects économiques : Les coûts de production sont plus élevés que ceux des procédés de revêtement liquide du fait d'importantes restrictions en matière de vitesses et de la difficulté à contrôler l'épaisseur de film appliquée.

Moteurs de la mise en œuvre : Élimination des solvants.

Installations de référence : Il existe quelques installations de revêtement en poudre de pleine largeur en Europe pour les bobines d'aluminium et d'acier.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004] [128, TWG, 2005]

14.4.3.4 Revêtements par film laminé

Description : Pour certaines utilisations finales spécifiques, des films polymères solides et sans solvants sont appliqués dans des installations de prélaquage en continu. Ces films peuvent être basés sur un certain nombre de polymères, notamment :

- * le PVC (polychlorure de vinyle)
- * le PVF (polyfluorure de vinyle)
- * le PET (polyéthylène téréphtalate)
- * les acryliques
- * le polypropylène.

Dans certains cas, les films sont colorés ou opaques et peuvent être décorés de motifs imprimés. Dans d'autres cas, ce sont des films transparents présentant des propriétés spécifiques de dureté, de résistance aux taches, etc. Dans presque tous les cas, le film est appliqué sur une couche de fond en peinture liquide ou sur une couche adhésive.

Avantages pour l'environnement : Élimination des solvants d'une couche dans le système de revêtement, évitant les émissions de solvants dans l'air.

Effets croisés : Les films polymères sont produits en dehors du site par un procédé d'extrusion ou de laminage.

Données d'exploitation : Les films sont appliqués par un rouleau à pression sur le revêtement préchauffé composé d'une couche de fond/adhésive appropriée, généralement immédiatement à la sortie du four de durcissement.

Applicabilité : Généralement utilisés pour des propriétés d'utilisation finale très spécifiques.

Aspects économiques : Plus chers que les revêtements liquides traditionnels.

Moteurs de la mise en œuvre : Spécifications du produit et innovation.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004]

14.4.4 Techniques d'application de revêtement et équipements

14.4.4.1 Application au rouleau

Description : Le procédé d'application au rouleau domine l'application de revêtements liquides sur les chaînes de revêtement modernes.

Un train de deux ou trois rouleaux sert à « récupérer », « mesurer » et « appliquer » le revêtement à vitesse élevée sur la bande en mouvement. Les directions du rouleau, les vitesses de rotation, les espacements et les pressions sont contrôlés pour régler l'épaisseur du film et pour optimiser les propriétés de transfert et l'étalement du revêtement humide.

Le rendement de transfert est très élevé et la seule perte associée est celle des restes de matériaux dans les conteneurs et les conduites à la fin du « tirage » du produit. Ceux-ci sont normalement drainés de nouveau

dans le conteneur d'origine pour une utilisation ultérieure. Après le drainage, les traces finales de revêtement sont nettoyées des rouleaux et du plateau de récupération avec des chiffons imprégnés de solvants appropriés.

Les enduiseurs sont normalement conservés dans des lieux fermés pour réduire au maximum le dégagement de vapeurs de solvant dans la zone de l'installation. Les ateliers de revêtement sont ventilés vers l'extérieur du bâtiment avec des débits conçus pour maintenir des conditions de travail satisfaisantes à tout moment pour les opérateurs travaillant dans l'atelier de revêtement.

Les rouleaux d'application appliquent généralement un revêtement épais en polyuréthane, élastomère, qui peut être endommagé, nécessitant alors une rectification sur un tour. Enfin, le revêtement doit être renouvelé par un entrepreneur spécialisé. Les rouleaux de récupération et de mesure sont normalement en acier et moins sujets aux dommages.

Avantages pour l'environnement : Rendement de transfert très élevé, approchant les 100 %, entraînant donc une quantité de déchets de matériaux minimale.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Utilisé dans presque toutes les chaînes de prélaquage en continu européennes.

Aspects économiques : Coûts initiaux élevés, mais procédé établi comme norme de l'industrie.

Moteurs de la mise en œuvre : Rendement de transfert très élevé et, par conséquent, une quantité de déchets de matériaux minimale.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004]

14.4.4.2 Nettoyage des équipements d'application

Description : Dans les installations de prélaquage en continu, il existe deux méthodes reconnues pour le nettoyage des pièces de machines et des équipements :

- * l'ensemble du nettoyage est effectué sur place, c'est-à-dire dans l'atelier de revêtement
- * un nettoyage est réalisé sur place pour les équipements fixes, et les éléments mobiles, comme les bacs à peinture, les pompes et les agitateurs, sont nettoyés dans une station de nettoyage auxiliaire comme indiqué ci-dessus.

Des chiffons imprégnés de solvants sont utilisés lorsque le nettoyage manuel de l'installation et des équipements est effectué. Les chiffons sales jetables sont conservés dans des conteneurs scellés et éliminés généralement par incinération. Les chiffons sales réutilisables sont aussi conservés dans des conteneurs scellés et sont généralement blanchis.

Avantages pour l'environnement : L'extraction localisée vers les fours/les équipements de réduction réduit les émissions diffuses de solvants.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Certains ateliers de revêtement, mais pas la totalité, sont équipés d'un système d'extraction localisé, qui est dirigé vers le four/système de traitement des gaz résiduels, et le reste est ventilé dans l'air. Lorsqu'une unité de nettoyage auxiliaire est utilisée, l'extraction est généralement réduite. Dans d'autres cas, tout l'atelier de revêtement est ventilé directement dans l'air, car il est largement considéré que l'installation d'un équipement de réduction n'est pas une option pratique, car les volumes d'air, pour des raisons de santé sur le lieu de travail, sont élevés avec de faibles concentrations d'émissions. Par rapport aux émissions émanant des sècheurs/fours, les émissions émanant des ateliers de revêtement sont considérées comme étant négligeables.

Applicabilité : La possibilité d'une modification de l'extraction localisée dans les ateliers de revêtement dépendra de l'âge, de la conception et de la capacité de durcissement combiné (séchage) et de l'équipement de réduction.

Aspects économiques : Les coûts dépendront du système d'extraction existant et de la capacité de la technique de traitement des gaz résiduels. La modification pourrait, par conséquent, coûter très cher.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004]

14.4.5 Revêtements de conversion

Les revêtements de conversion, y compris la conversion du chrome hexavalent et les techniques de substitution et de contrôle, sont couverts dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006].

14.4.5.1 Revêtements de conversion contenant du chrome

Voir Section 20.7.1.2.3.

14.4.5.2 Revêtements de conversion sans chrome

Voir Section 20.7.1.2.4.

14.4.6 Application des revêtements de conversion

Les revêtements de conversion du chrome hexavalent et les techniques associées sont aussi couverts dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006].

14.4.6.1 Application par « pulvérisation, raclette et rinçage »

Description : Le prétraitement traditionnel fait référence aux produits appliqués par des procédés de pulvérisation et de trempage pour tous les substrats. L'application par pulvérisation est principalement réalisée dans des ateliers fermés. Dans tous les cas, l'utilisation d'une étape supplémentaire de rinçage à l'eau est absolument nécessaire.

Des produits de phosphatation au fer pour les bandes en acier laminé à froid sont utilisés avec un post-rinçage contenant du chromate. Les revêtements de conversion alcalins (basés sur du cobalt), en combinaison avec des post-rinçages contenant du chromate, permettent une excellente adhérence de la peinture et une excellente protection anticorrosion sur des substrats en zinc ou enduits d'alliage de zinc. Ces deux techniques ont été utilisées pendant de nombreuses années sur des chaînes de prélaquage en continu du monde entier.

De plus, la chromatisation des bandes d'aluminium enduites de zinc est un procédé courant pour le traitement de surface traditionnel.

Avantages pour l'environnement : On obtient une durabilité élevée.

Effets croisés : Cette technique entraîne une consommation élevée de produits chimiques de traitement de surface. Une perte par entraînement élevée se produit, causant une pollution des eaux de rinçage qui doivent être traitées ultérieurement, ainsi que des déchets supplémentaires.

Données d'exploitation : La température du procédé varie entre la température ambiante et environ 70 °C. La pression de pulvérisation appliquée varie entre 0,5 et 2 bar.

Applicabilité : Il s'agit d'une technique d'application courante et bien connue, cependant elle requiert une exigence élevée de contrôle du procédé chimique.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Il s'agit d'une technique sans risque et bien connue.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004]

14.4.6.2 Application « sans rinçage » ou « séchage sur place »

Description : La technique « sans rinçage » ou « séchage sur place » pour l'application des revêtements de conversion ne nécessite pas de rinçage à l'eau supplémentaire. Elle applique les produits de prétraitement par enducteur ou rouleaux à raclette sur la surface de la bande. Comme elle évite la formation d'aérosols, aucun chromate ne peut être mesuré dans l'air. Sans aucun rinçage, le film humide sèche sur place, en utilisant un chauffage par rayonnement infrarouge ou par convection, puis il est peint immédiatement après. Ce type de procédé ne limite pas la vitesse de la chaîne dans la section de prétraitement (aucun temps de réaction), ne nécessite aucune étape de rinçage après la section de prétraitement, et génère des quantités extrêmement faibles d'eaux usées. Un autre avantage par rapport aux produits issus de procédés de rinçage traditionnels, est sa capacité pour un prétraitement multi-métal.

Avantages pour l'environnement : Cette technique génère généralement de très petits volumes de déchets, tandis que la technique ci-dessus (voir Section 14.4.6.1) produit des volumes de déchets importants. De même, la consommation de produits chimiques est largement inférieure à celle de la technique précédente car le rendement de l'application et l'utilisation des matériaux avoisinent les 100 %. Cela rend inutiles les trop-pleins vers les eaux usées, tout comme les techniques de réduction des gaz résiduels.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Généralement, le revêtement de conversion contient du chrome pour lequel le traitement implique une réduction de l'état d'oxydation du chrome de (VI) à (III), le rendant ainsi moins dangereux avant d'être éliminé.

La qualité d'eau du dernier rinçage avant l'application du revêtement de conversion sans rinçage doit être strictement contrôlée par des mesures de conductivité.

Applicabilité : Largement utilisé dans certaines régions d'Europe. Cette technique d'application est actuellement bien connue et approuvée.

Aspects économiques : Des coûts d'investissement sont impliqués pour l'unité d'application. Des économies sont réalisées du fait de la faible consommation de produits chimiques de traitement de surface et de la quantité beaucoup moins importante d'eaux usées à traiter.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004]

14.4.7 Séchage

14.4.7.1 Séchage ou durcissement par convection

Pour une description générale, voir Section 20.8.1.1. Des fours à gaz à recirculation d'air forcé sont couramment utilisés à des températures d'environ 350 °C ; les gaz résiduels sont extraits et acheminés vers une installation de réduction. L'utilisation d'échangeurs de chaleur permet un préchauffage de l'air entrant dans le four à une température maximale d'environ 400 °C.

[58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004]

14.4.7.2 Procédés de durcissement par rayonnement

Pour une description générale, voir Section 20.8.2. Aucune application commerciale n'est connue pour les applications de prélaquage en continu, mais voir les Techniques émergentes, Section 22.14.2.

[58, ECCA, 2004]

14.4.8 Traitement des gaz résiduels

14.4.8.1 Extraction de l'air émanant de la station de revêtements de conversion

Lorsque des revêtements de conversion contenant du chrome sont appliqués (voir Sections 14.4.5.1 et 14.4.6), la brume émanant de l'application par pulvérisation et du séchage du revêtement de conversion est extraite et acheminée vers un système de traitement des gaz résiduels, comme un épurateur par voie humide (voir Section 20.11.3.8). Voir le BREF STM pour des détails sur les techniques et les MTD. [128, TWG, 2005]

14.4.8.2 Joints d'étanchéité à l'air à l'entrée et à la sortie des fours/sécheurs

Pour une description générale, voir Section 20.11.2.2. Cette technique est couramment appliquée dans l'industrie du prélaquage en continu. [58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004]

14.4.8.3 Pression négative pour le séchage

Pour une description générale, voir Section 20.11.2.3. Cette technique est couramment appliquée dans l'industrie du prélaquage en continu. [13, DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004]

14.4.8.4 Extraction de l'air émanant de la préparation des revêtements

Pour une description générale, voir Section 20.11.2.4.

Description : Les revêtements sont préparés par brassage pour assurer que tous les pigments qui se sont déposés sont soigneusement mélangés et que le revêtement a la viscosité correcte pour l'application. Les matières premières à base de solvants sont mélangées, par exemple pour atteindre une certaine viscosité ou couleur. Dans les installations de prélaquage en continu, le mélange et le brassage de la peinture sont réalisés soit dans l'atelier de revêtement, soit dans une zone séparée souvent nommée « chambre de cuisson » de la peinture. Les ateliers de peinture sont couramment équipés d'un système d'extraction localisé. L'air extrait est dirigé vers le four/système de traitement des gaz résiduels, et le reste est ventilé dans l'air.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV émanant de l'atelier de revêtement/chambre de cuisson.

Effets croisés : Pour permettre des conditions de travail sans risque et une faible teneur en COV des flux d'air, d'importantes quantités d'énergie (comme du gaz) sont nécessaires au traitement.

Données d'exploitation : Dans certaines installations et pour des raisons de santé sur le lieu de travail, les volumes d'air étant élevés avec de faibles concentrations d'émissions, tout l'air émanant de l'atelier de revêtement est ventilé directement dans l'air. Il est largement considéré que l'installation d'équipements de réduction n'est pas une option pratique dans ces cas-là.

Par rapport aux émissions émanant des sécheurs/fours, les émissions émanant des ateliers de revêtement sont considérées comme étant négligeables.

Applicabilité : La possibilité d'une modification de l'extraction localisée dans les ateliers de revêtement dépendra de l'âge, de la conception et de la capacité de durcissement combiné (séchage) et de l'équipement de réduction.

Aspects économiques : Dans les chaînes de prélaquage en continu existantes où une capacité supplémentaire d'équipements de réduction est requise, les coûts peuvent être élevés.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004]

14.4.8.5 Extraction de l'air émanant de la station d'application de peinture

Pour une description générale, voir Section 20.11.2.4.

Description : La station d'application de peinture est un lieu fermé (voir Section 20.11.2.1) et une partie ou l'ensemble de l'air extrait est acheminé vers les fours et, par conséquent, vers un système de réduction des évacuations.

Avantages pour l'environnement : Environ 8 % des solvants utilisés sont dégagés sous forme d'émissions de COV dans les cabines d'application de peinture et, en appliquant cette technique, ils sont extraits et traités.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [58, ECCA, 2004]

14.4.8.6 Extraction de l'air émanant du four/sécheur

Pour une description générale, voir Section 20.11.2.5.

Description : Le séchage/durcissement du prélaquage en continu est réalisé dans des fours/sécheurs connectés à des équipements de réduction, par exemple oxydant thermique (voir Section 20.11.4.2).

Avantages pour l'environnement : Jusqu'à 2 % des solvants utilisés sont dégagés sous forme d'émissions de COV dans les fours/sécheurs. Ils sont collectés et transférés vers une installation de réduction.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : La teneur en COV dans les fours d'une installation de référence varie entre 8,75 et 9,3 g/m³, ce qui représente 22 % de la LIE (40 g/m³).

Le débit des émanations est mesuré en permanence. La concentration de COV dans le four/sécheur peut être mesurée. Le contrôle qualité du produit assure que tous les solvants sont dégagés de la peinture.

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004]

14.4.8.7 Extraction de l'air émanant de la zone de refroidissement

Pour une description générale, voir Section 20.11.2.

Description : Après le durcissement, la bande est généralement refroidie par pulvérisation d'eau. La zone dans laquelle la bande est refroidie est fermée et équipée d'un ventilateur à aspiration local. Les gaz résiduels contenant des solvants sont ensuite acheminés vers les équipements de réduction, par exemple un oxydant thermique. L'eau est refroidie et recyclée.

Avantages pour l'environnement : Environ 2 % des solvants utilisés ou moins sont dégagés sous forme d'émissions de COV dans la zone de refroidissement. Du fait du fonctionnement des fours sous une pression négative, les émissions de solvants sont réduites au maximum.

Effets croisés : La consommation d'énergie nécessaire au traitement de l'air contenant de faibles concentrations de solvants sera significative.

Données d'exploitation : Dans certains cas, la première étape de refroidissement de la bande est réalisée en utilisant des volumes importants d'air soufflé.

Applicabilité : L'extraction de l'air contenant des solvants provenant de cette activité est couramment appliquée. Cependant, il n'est généralement pas traité par un système de réduction car cela entraîne une consommation de gaz élevée. Cette énergie est requise pour traiter de grands volumes d'air extraits à très faible concentration et à basse température.

Le refroidissement par eau est couramment appliqué dans l'industrie du prélaquage en continu. Le refroidissement par air est appliqué dans certains cas spéciaux en fonction du marché et de la qualité des produits (mais couramment dans l'industrie du prélaquage en continu de l'aluminium).

Aspects économiques : Des coûts élevés sont impliqués.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004]

14.4.8.8 Oxydation thermique récupérative

Pour une description générale, voir Section 20.11.4.3. L'oxydation thermique récupérative est couramment appliquée dans l'industrie du prélaquage en continu en Europe depuis les années 70. [58, ECCA, 2004]

14.4.8.9 Oxydation thermique régénérative – lit double

Pour une description générale, voir Section 20.11.4.4. Cette technique est couramment appliquée dans l'industrie du prélaquage en continu en Europe depuis la fin des années 90. [58, ECCA, 2004]

14.4.9 Traitement des eaux usées

14.4.9.1 Traitement de l'eau de rinçage avant déversement

Description : Les eaux de procédés sont généralement traitées dans une station d'épuration selon une séquence d'étapes de procédé. Les métaux dissous dans l'eau de rinçage sont précipités, en utilisant par exemple de la chaux ou de l'hydroxyde de sodium (voir Section 14.4.9.3). Le liquide est ensuite transformé via un filtre-pressé pour séparer les matières solides des matières liquides. Certains produits chimiques sont plus efficacement gérés en les traitant séparément avant de les mélanger aux autres effluents.

Avantages pour l'environnement : Pour certaines substances, le traitement et l'élimination des contaminants ne sont possibles qu'après un traitement séparé. Utilisation de solutions basiques usagées (produits dégraissants, par exemple) pour neutraliser les solutions acides usagées, et économiser ainsi des produits chimiques.

Effets croisés : Cela dépendra des cas.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Avant de mélanger les flux pour un traitement ultérieur, chaque point de déversement du procédé devra être pris en compte pour savoir s'il vaut mieux que le traitement soit réalisé sur un flux séparé.

Lorsqu'on utilise des solutions basiques usagées pour neutraliser des solutions acides usagées, des produits chimiques supplémentaires peuvent être requis pour obtenir un pH adapté au déversement dans un système de floculation.

Aspects économiques : Les coûts d'investissement et de traitement peuvent être réduits de façon significative en traitant séparément les écoulements des eaux usées individuels.

Moteurs de la mise en œuvre : La composition chimique spécifique du processus déterminera les produits chimiques qui nécessiteront une séparation. Des flux séparés de traitement peuvent être plus efficaces et plus rentables.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004] [59, EIPPCB, 2006]

14.4.9.2 Traitement des eaux usées contenant du chromate

Description : Les composés du chrome hexavalent (chromates ou bichromate) sont difficiles à précipiter et sont normalement réduits en chrome trivalent, qui est ensuite précipité en hydroxyde de chrome (III) par neutralisation. La réduction s'effectue à des valeurs de pH inférieures à 2,5. L'agent de réduction le plus courant est le sulfite d'hydroxyde de sodium (bisulfite).

Avantages pour l'environnement : Réduction et élimination du chrome (VI) Des valeurs inférieures à 0,1 mg de Cr (VI)/l sont couramment obtenues.

Effets croisés : Une attention particulière doit être apportée au sulfite d'hydroxyde de sodium (bisulfite) car des émanations de SO_x se forment. Une ventilation du lieu de travail est requise.

Données d'exploitation : Si uniquement une petite quantité de chrome (VI) est présente à des valeurs de pH élevées, la réaction peut aussi s'effectuer dans la zone alcaline avec des composés de dithionite de sodium ou de fer (II), et la formation de sel par acidification n'est pas nécessaire en utilisant des composés de fer (II).

Applicabilité : Cette technique est largement appliquée. Les flux contenant du chromate doivent être prétraités séparément avant d'être mélangés ensemble ou mélangés à d'autres eaux usées. La réduction du chromate s'effectue à des valeurs de pH inférieures à 2,5. Pour limiter l'utilisation de produits chimiques supplémentaires, des eaux usées acides peuvent être neutralisées avec des eaux usées alcalines.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Législation en matière de pollution de l'eau.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004] [59, EIPPCB, 2006]

14.4.9.3 Précipitation de l'hydroxyde

Description : L'élimination des métaux de transition est réalisée grâce à une neutralisation suivie d'une précipitation à des valeurs de pH comprises entre 9 et 11. Un mélange d'eau et de substances solides résulte de la précipitation. Des valeurs d'émission inférieures peuvent être obtenues si une filtration de finissage est aussi utilisée.

Avantages pour l'environnement : Élimination des métaux de transition de l'effluent.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les réservoirs de décantation nécessitent de l'espace et leur installation peut coûter cher. Une solution caustique précipite généralement les métaux lourds comme les hydroxydes ou les phosphates. Si plusieurs métaux sont présents dans l'effluent au même moment, la précipitation du métal le plus difficile à précipiter est facilitée.

La solubilité des métaux augmente avec des concentrations de sel neutre accrues. Les métaux sont précipités partiellement en très fines particules, par conséquent, l'addition d'agents de floculation (chlorure ferrique (III), chaux) et/ou de flocculants (polyélectrolyte) est nécessaire pour une meilleure séparation et une meilleure filtration.

Applicabilité : Cette technique est largement appliquée.

Aspects économiques : Les coûts d'investissement peuvent être significatifs.

Moteurs de la mise en œuvre : Législation en matière de pollution de l'eau.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004] [59, EIPPCB, 2006]

15 REVÊTEMENT ET IMPRESSION DES EMBALLAGES MÉTALLIQUES

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

15.1 Généralités

Au niveau européen, le secteur de l'emballage métallique comprend plus de 260 sites employant plus de 50 000 personnes et générant des ventes annuelles de 7 milliards EUR. L'industrie de l'emballage métallique convertit des matières premières en fûts et emballages métalliques qui sont fournis aux conditionneurs qui, à leur tour, approvisionnent les détaillants.

Les emballages métalliques sont fabriqués à partir d'acier et d'aluminium, et sont couramment appelés canettes, seaux et fûts utilisés pour le stockage, la protection et le transport de produits. Les emballages métalliques comprennent les récipients domestiques d'une capacité inférieure à 25 litres et les emballages industriels (fûts) d'une capacité supérieure à 20 litres. Ils sont utilisés pour une large gamme de produits différents, comme :

- * les aliments, par exemple les conserves, les soupes et les boissons
- * la peinture
- * les cosmétiques
- * les produits pharmaceutiques
- * les produits chimiques
- * les huiles
- * le tabac
- * les couvercles de bocaux et les capsules de bouteilles
- * les aérosols.

Quatre procédés de fabrication clés sont utilisés dans ce secteur, et un ou plusieurs d'entre eux, et leurs sous-procédés associés, peuvent être utilisés dans une installation spécifique. Ils sont présentés dans le Tableau 15.1.

Procédés de fabrication des emballages métalliques	Informations
Fabrication de d'emballages métalliques deux pièces	<ul style="list-style-type: none"> * fabrication de contenants emboutis-étirés (EE). Le revêtement et l'impression sont principalement effectués par un procédé offset à sec * fabrication de couvercles à ouverture facile. Le revêtement par pulvérisation est appliqué aux fonds en acier.
Emballages métalliques fabriqués à partir de tôle plate	<ul style="list-style-type: none"> * revêtement et impression de tôle plate. Principalement une application au rouleau et par lithographie (offset humide) * fabrication d'emballages trois pièces. Revêtement de protection appliqué au joint latéral * fabrication de fonds et couvercles (couvercles à ouverture faciles et autres). L'enduit d'étanchéité est appliqué à la courbe de l'extrémité pour préparer l'assemblage de l'emballage.
Fabrication de tubes en aluminium filé par choc	<ul style="list-style-type: none"> * aérosols monoblocs et emballages souples
Fûts	<ul style="list-style-type: none"> * fabrication de fûts * revêtement interne et externe de protection appliqué principalement par pulvérisation mais aussi par application au rouleau et lithographie (offset humide)

Tableau 15.1 : Aperçu général des techniques de fabrication des emballages métalliques
[76, TWG, 2004]

Le Tableau 15.2 donne un aperçu général des techniques utilisées pour le revêtement et l'impression dans différents secteurs de l'industrie de l'emballage métallique.

Surface à traiter	EE	Feuilles pour couvercles, canettes, composants	Canettes trois pièces	Composants			Tubes en aluminium filé	Fûts
				CNOF	COF	Capsules/bouchons		
1) Revêtement (de protection)								
Rouleau								
- Revêtement intégral	x	x	x*				x	
- Revêtement ponctuel		x						
Pulvérisation	x		x*		x			x
2) Impression (décorative)								
- Offset sec	x						x	
- Lithographie (offset humide)		x						
3) Contre-emballage du joint de capsule (étanchéité)				x	x	x		x
Applications classiques	Boissons, aliments, aérosols	Produits intermédiaires pour la fabrication de fonds, de canettes, de capsules et de bouchons	Produits alimentaires courants, boissons, aérosols	Canettes à trois pièces	Canettes à deux et trois pièces	Boissons, aliments, en bocaux et bouteilles	Tubes souples d'aérosols pour produits pharmaceutiques et cosmétiques	Produits de l'industrie
Notes : * bande latérale CNOF : couvercles non à ouverture facile ; COF : couvercles à ouverture facile ; EE : Canettes 2 pièces.								

Tableau 15.2 : Techniques utilisées pour le revêtement et l'impression d'emballages métalliques [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

15.2 Procédés et techniques appliqués pour le revêtement et l'impression des emballages métalliques

15.2.1 Fabrication d'emballages deux pièces (EE)

La Figure 15.1 présente le procédé de production schématisé des canettes de boissons.

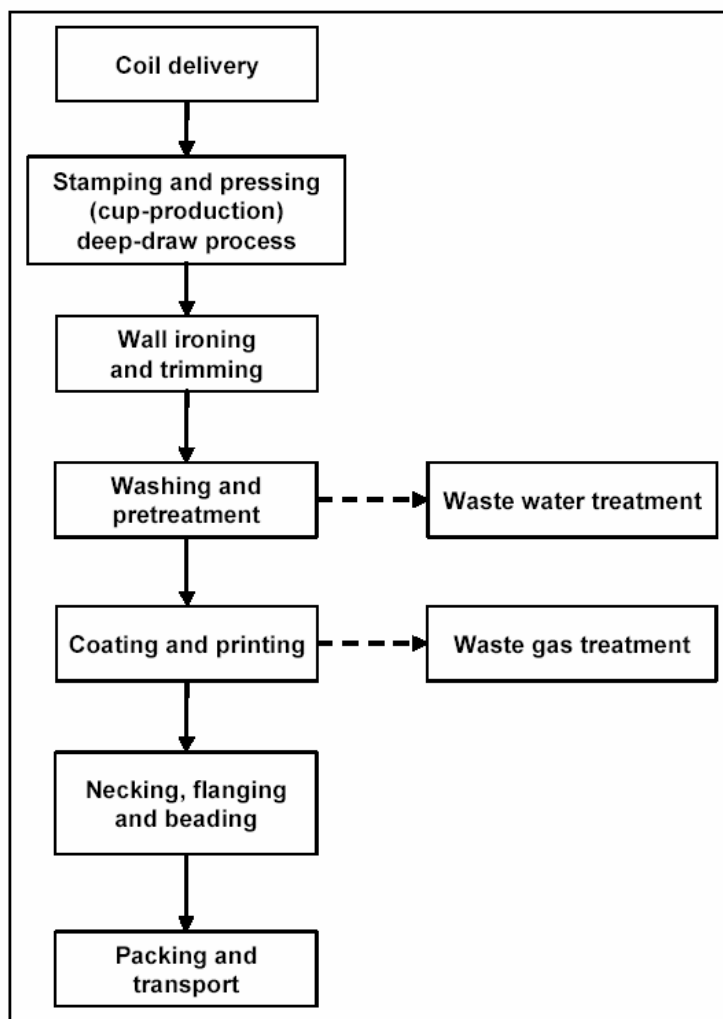


Figure 15.1 : Procédé de production des canettes de boissons
[13, DFIU and IFARE, 2002]

La description générique suivante couvre la fabrication de canettes de boissons, qui portent généralement un décor imprimé externe, et des conserves alimentaires, qui sont généralement finies par un revêtement externe transparent incolore et sont dénuées d'impression. L'intégralité du procédé, y compris le convoyage entre les différents stades du procédé, est entièrement automatisée.

L'aluminium ou l'acier d'emballage sont fournis sous forme de bandes continues qui alimentent automatiquement une presse mécanique où les flans sont estampés et emboutis en coupelles. Les coupelles sont convoyées vers les machines à fabriquer le corps, des presses à longue course où les parois des coupelles sont allongées par étirage et le profil du fond est formé. Immédiatement après l'étirage, l'excédent de métal du bord de la canette est détourné.

Les opérations de formage du métal utilisent un lubrifiant synthétique à base d'eau et une petite quantité de biocides, tous les deux étant ensuite éliminés par le nettoyeur. Il est aussi possible que des impuretés de liquide hydraulique provenant des presses se mélangent au lubrifiant. L'excédent de lubrifiant est traité et réutilisé dans un système en circuit fermé. Les déchets provenant des opérations de découpage à la presse et de détournage sont récupérés.

Les emballages sortant de la détournouse, chargés de lubrifiant et de débris, sont nettoyés. Ce procédé est différent pour les substrats en aluminium et ceux en acier. Les emballages en acier sont nettoyés à l'eau courante, en passant dans des stations de pulvérisation à arrangement en cascade inversé, puis elles sont rincées à l'eau déminéralisée et finalement séchées dans un four au gaz naturel. Les canettes en aluminium sont nettoyées de façon similaire. De plus, pour obtenir une surface gravée nécessaire aux opérations d'encrage, les emballages en aluminium sont alors prétraités en utilisant des solutions aqueuses acides ou alcalines avant le rinçage à l'eau déminéralisée. Un amplificateur de mobilité peut être appliqué avant le séchage des emballages en aluminium dans un four.

Les gaz résiduels émanant du nettoyage et du séchage des emballages sont directement émis dans l'air via une cheminée d'évacuation. L'excédent d'eau provenant du procédé de nettoyage peut être recyclé pour remplacer l'eau municipale. L'eau est naturellement entraînée par les emballages humides entrant dans le four. Les eaux usées provenant du nettoyeur d'aluminium sont traitées avant leur déversement.

Lorsque les emballages ne doivent pas être imprimés, ce qui est le cas normal pour les conserves alimentaires, une couche de protection externe transparente est appliquée sur l'emballage renversé au moyen d'un enduiseur à rideau, entre les opérations de nettoyage et de séchage au four de l'emballage. Les emballages enduits subissent alors une période de drainage, avant d'être séchés dans un four qui durcit le revêtement externe. Le système de revêtement verso externe est un système à circulation forcée et le procédé est conçu pour collecter autant d'excédent de revêtement que possible. Les eaux usées provenant du nettoyeur d'emballages, du désioniseur et du revêtement verso sont traitées avant leur déversement.

Après le nettoyage, les emballages reçoivent automatiquement une décoration extérieure. Cela consiste en une couche de fond avec de l'encre au-dessus ou avec de l'encre avec un surverniss au-dessus. Dans l'enduseur de couche de fond, les parois de l'emballage sont enduites soit d'une couche transparente, soit d'une couche colorée. Le vernis est appliqué par un procédé offset au rouleau sur la canette en rotation. Les emballages passent alors dans un four à convection thermique.

Après le durcissement de la couche de fond, les emballages sont transférés vers la machine d'impression de décoration qui applique les motifs en utilisant des encres d'impression (généralement contenant 25 à 40 % de solvants organiques) selon un procédé offset sec. Si un surverniss (généralement contenant 15 à 50 % de solvants organiques) est requis, il est appliqué en tant que solvant organique humide sur humide, directement après l'impression sur la même machine selon un procédé offset au rouleau. La couronne du fond externe des emballages en aluminium est généralement enduite au moyen de rouleaux d'application. Cette opération s'effectue avant l'entrée dans le four de décoration, où durcissent le vernis de la couronne, les encres et le surverniss optionnel.

Les emballages sont alors convoyés vers la station de formage des cols, qui finit les cols des emballages pour recevoir les extrémités. L'opération de formage du col est assistée par de l'air comprimé et de petites quantités de lubrifiants synthétiques sont utilisées.

Pour la protection anti-rouille, les emballages en acier sont généralement enduits par pulvérisation sur le fond externe avant l'application par pulvérisation sur l'intérieur. Cette couche sur le fond sèche à température ambiante. L'intérieur de l'emballage est alors enduit par une technique de pistelage sans air avec des matériaux contenant 15 à 20 % de solvants organiques. Un ensemble de buses pulvérisent le vernis dans l'emballage en rotation de façon à obtenir la distribution de poids de film voulue (généralement une couche d'une épaisseur de 5 à 15 µm). Les emballages passent alors par un four thermique, où le vernis intérieur et la pulvérisation du fond sont finalement durcis.

Après chaque opération de vernissage, les emballages passent immédiatement dans des fours à gaz à zones multiples à des températures de séchage classiques variant de 180 à 200 °C. Les émissions émanant du procédé de durcissement sont collectées dans une conduite et évacuées dans l'air ou vers un équipement de réduction par des ventilateurs. En général, les gaz volatils créés dans les machines d'application de vernis sont également captés.

Finalement, avant la palettisation, tous les emballages doivent subir un contrôle lumineux avec une caméra intégrée, à des fins d'inspection. Toutes celles présentant des dommages potentiels sont rejetées.

Le séchage des couches de revêtement appliquées se produit dans des sècheurs par convection à des températures variant de 180 à 200 °C. Les gaz résiduels contenant des COV émanant des sècheurs et des unités d'application des revêtements sont généralement traités par combustion thermique régénérative. La chaleur du procédé peut être utilisée par des échangeurs de chaleur, par exemple pour le procédé de nettoyage.

15.2.2 Revêtement et impression de tôles plates

Les opérations de revêtement et d'impression de tôles plates se font selon quatre procédés clés :

* revêtement interne (les exceptions sont : les aérosols, les récipients alimentaires de produits non agressifs, les emballages promotionnels)

- * couche de fond ou dimension externe ; cependant, une impression traditionnelle peut être directement appliquée sur le fer blanc.
- * impression
- * vernis ou revêtement supérieur.

Le durcissement des revêtements et des encres à base de solvants s'effectue dans des fours thermiques à des débits allant jusqu'à 8 000 feuilles par heure et à des températures variant de 150 à 220 °C. Les vitesses et les températures dépendent de la taille des feuilles, de leur épaisseur et des spécifications du revêtement.

Le revêtement et l'impression des tôles plates constituent la première opération séparée et distincte nécessaire pour pouvoir effectuer les opérations suivantes de fabrication des emballages à trois pièces et des emballages étirés, des fonds, des couvercles et des systèmes de fermeture. La Figure 15.2 présente le procédé de production des tôles métalliques plates.

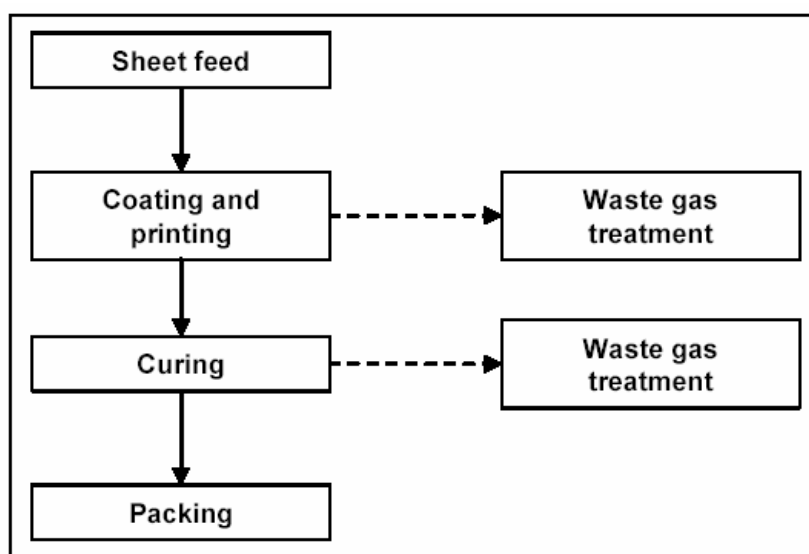


Figure 15.2 : Procédé de production des tôles métalliques plates
[76, TWG, 2004]

Les matériaux de substrat utilisés dans les procédés d'impression et de revêtement des tôles plates sont principalement du fer blanc, du fer chromé, du fer noir ou de l'aluminium. Le matériau est reçu sous forme de traverses de feuilles prédécoupées ou sous forme de bobines qui doivent être transformées sur place en feuilles découpées.

Les feuilles en métal peuvent passer plusieurs fois par les chaînes d'impression et de revêtement car plusieurs applications de revêtements, décoratives et de durcissement, sont parfois nécessaires. Les revêtements internes des canettes, selon les exigences du produit emballé, sont généralement appliqués en premier. Ils peuvent être suivis d'une application de couche de fond externe, d'un motif imprimé et d'un vernis externe dans plusieurs combinaisons selon les exigences du produit fini.

Sur les chaînes de revêtement, le matériau requis pour le motif est pompé dans un réservoir à la machine jusqu'aux rouleaux d'application. L'excédent de matériau consécutif est collecté et renvoyé dans le réservoir. Le poids du film est réglé précisément sur l'enduseur selon les normes de qualité et les mesures.

Sur les chaînes d'impression, l'encre est versée manuellement sur les rouleaux d'application. L'excédent de matériau consécutif est collecté et renvoyé dans le conteneur à la fin du cycle de production. L'application de l'encre sur la feuille est mesurée pour assurer qu'un débit d'application requis minimal est appliqué afin d'obtenir l'intensité de couleur désirée. Les techniques d'impression couramment utilisées sont la lithographie offset, le procédé offset sec et, dans certains cas, un procédé de lithographie sans eau peut être employé.

Un nettoyage périodique des rouleaux de revêtement et d'impression est nécessaire pour éliminer l'accumulation de constituants de revêtement et d'encre. L'excédent de revêtement est éliminé du rouleau de

fond, pendant que la machine fonctionne, par un grattoir à peinture, pour prévenir la contamination du dos de la feuille.

Lors des changements, un nettoyage des machines de revêtement et d'impression plus minutieux est effectué en utilisant divers solvants organiques, y compris des solvants récupérés, soit manuellement, soit automatiquement. Les solvants organiques résiduels sont souvent distillés et remélangés, sur le site ou hors du site.

La feuille enduite ou imprimée est alors transférée vers le four de durcissement thermique, où elle est chauffée à la température de durcissement requise. Les COV émanant des solvants organiques utilisés dans les matériaux appliqués sont collectés des évacuations du four et des hottes de machines grâce à des conduites et évacuées dans l'air ou vers un équipement de réduction par des ventilateurs.

Ensuite, la feuille durcie est refroidie en aspirant l'air ambiant extérieur au moyen de ventilateurs et de conduites et en le soufflant sur les feuilles. Cela réduit le collage de matériaux entre eux et les piles de feuilles sont réorganisées sur les traverses pour un transfert ultérieur vers le stade suivant du procédé.

Lorsque des encres et des revêtements à durcissement UV sont appliqués, des lampes à UV sont utilisées. Cela ne libère pas de COV, mais crée un faible niveau d'ozone, qui est évacué dans l'air.

15.2.3 Fabrication d'emballages trois pièces

Le procédé de production des emballages à trois pièces est présenté à la Figure 15.3.

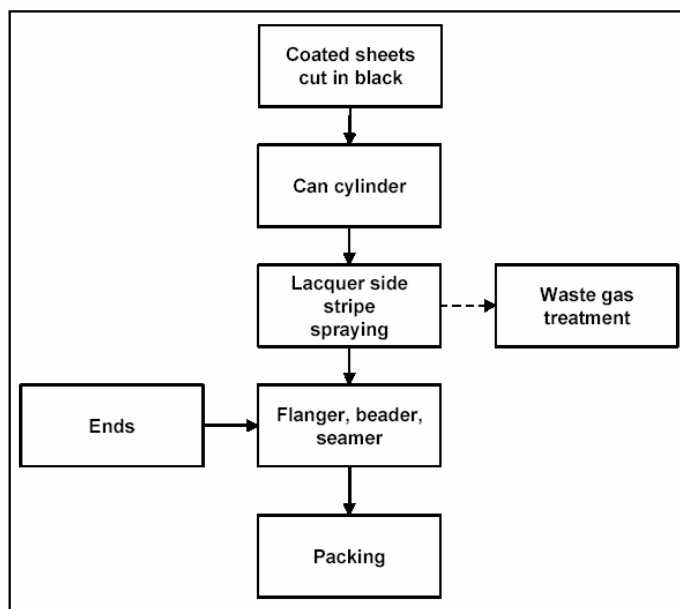


Figure 15.3 : Procédé de production des emballages à trois pièces
[76, TWG, 2004]

La fabrication des emballages à trois pièces concerne divers produits, comme les conserves alimentaires, les pots de peintures, les canettes oblongues et les aérosols. Les feuilles en fer blanc enduites et/ou décorées, comme décrit à la Section 15.2.2 sous la rubrique revêtement et couche primaire des tôles plates, sont refendues en flans individuels du corps. Les flans du corps alimentent automatiquement une machine à souder, qui roule le flan du corps dans un tube, puis le soude sur sa longueur pour produire un cylindre soudé à montants. Lors du refendage, les excédents de fer blanc sont détournés, puis recyclés. Les rouleaux de soudure et la tête de soudure sont refroidis à l'eau en utilisant de l'eau douce à recirculation. Pour garantir une pièce soudée de qualité, du fil de cuivre alimente les rouleaux de soudure interne et externe de façon à ce que la longueur entière de chaque pièce soudée soit produite en utilisant du fil de cuivre frais comme électrodes. Le fil de cuivre utilisé est découpé, collecté et renvoyé aux fabricants pour un remoulage. Les joints latéraux peuvent alternativement être assemblés par coinçage mécanique. Dans certains cas, les cylindres circulaires peuvent être transformés en d'autres formes, par exemple rectangulaire.

Immédiatement après la soudure, et alors que la pièce se trouve toujours sur la machine à souder, la surface interne et la surface externe de la soudure peuvent recevoir un revêtement de protection en fonction des spécifications de l'emballage trois pièces en cours de fabrication. Ce revêtement de protection est nommé « bande latérale » et peut être un revêtement organique à base de solvants, à base d'eau ou en poudre, en fonction de l'utilisation finale voulue du récipient. Les vernis de bande latérale sont appliqués au moyen de rouleaux ou de pistolets de pulvérisation sans air et toute surpulvérisation est collectée et rejetée dans l'air. Les revêtements en poudre sont appliqués électrostatiquement et toute surpulvérisation est collectée et recyclée.

Suite à la soudure/à l'application de la bande latérale, les cylindres traversent un four qui durcit la bande latérale appliquée. Ces fours sont généralement à air chaud ou à induction et appliquent une chaleur localisée sur la zone soudée du cylindre. Les émissions émanant du four de strippage latéral sont émises directement dans l'air par des cheminées d'évacuation.

Suite au durcissement de la bande latérale, certaines spécifications des emballages trois pièces (généralement les conserves alimentaires) impliquent le passage automatique dans une machine à fabriquer des moulures, qui permet de produire des nervures de renforcement sur la paroi du corps du cylindre. Ce procédé est purement mécanique et ne requiert aucun matériau de procédé supplémentaire. Après la fabrication de moulures ou le durcissement de la bande latérale, en fonction des spécifications de l'emballage, les cylindres soudés alimentent automatiquement des machines de striction progressive et de rabattage ou des machines de rabattage uniquement pour que les deux extrémités du cylindre puissent être profilées et prêtes à accepter un couvercle. De nouveau, la striction progressive et le rabattage sont des procédés purement mécaniques qui ne requièrent aucun matériau de procédé supplémentaire.

Le corps fabriqué passe alors automatiquement dans une sertisseuse de fonds, où un fond, fabriqué au préalable, est fourni et scellé sur une extrémité du cylindre fabriqué. L'opération de sertissage est également purement mécanique et ne requiert aucun matériau de procédé supplémentaire.

Pour certaines spécifications, comme les conserves alimentaires, l'emballage trois pièces est fourni à l'utilisateur avec seulement une extrémité soudée et, dans ce cas, la soudure de l'extrémité est suivie de la palettisation. Cependant, d'autres emballages trois pièces comme les pots de peintures, les canettes oblongues et les aérosols passent par une seconde machine de soudure et un second couvercle est soudé avant la palettisation.

15.2.4 Fabrication des fonds, des couvercles et des systèmes de fermeture

Le procédé de production des fonds, des couvercles et des systèmes de fermeture est présenté à la Figure 15.4.

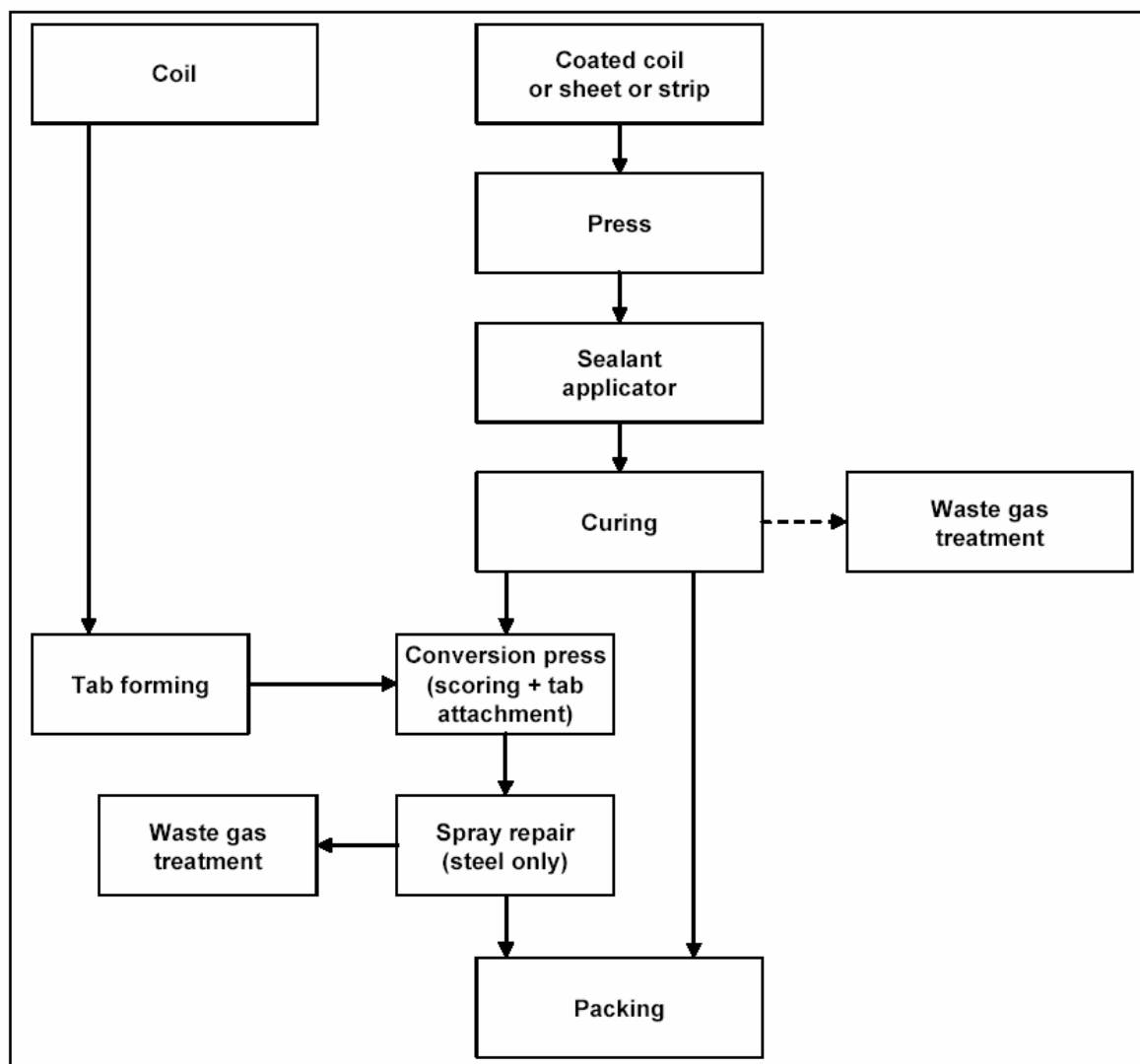


Figure 15.4 : Procédé de production des fonds, des couvercles et des systèmes de fermeture
[76, TWG, 2004]

La fabrication se fait à partir de tôle unie ou pré-enduite/décorée ou d'une bobine en aluminium ou en acier d'emballage. Le métal peut être pré-lubrifié avant la fabrication. Le métal alimente une presse à poinçonnage, où le formage initial est effectué. Des opérations supplémentaires de formage sont effectuées pour obtenir le profil voulu. La coupelle complète est alors transportée vers une machine de contre-emballage, où un enduit d'étanchéité (parfois nommé joint de capsule de contre-emballage) ou un joint d'étanchéité (parfois nommé joint de capsule) est appliqué. L'enduit d'étanchéité peut contenir des solvants organiques.

De plus, pour les couvercles à ouverture facile, une fois que la coupelle a reçu le joint de capsule, elle est transportée vers une presse de conversion, où l'anneau est fabriqué et assemblé et un pressage final est effectué pour compléter l'extrémité. Pour les couvercles à ouverture facile en fer blanc, la rayure sur le couvercle sera réparée avec une laque de pulvérisation. Certains enduits d'étanchéité et joints d'étanchéité nécessitent un passage dans un four pour un séchage ou un durcissement forcé. Une fois achevés, les fonds, les couvercles et les systèmes de fermeture sont emballés et palettisés en vue de la distribution aux clients.

15.2.5 Fabrication de tubes en aluminium filé

Le procédé de production des tubes en aluminium filé est présenté à la Figure 15.5.

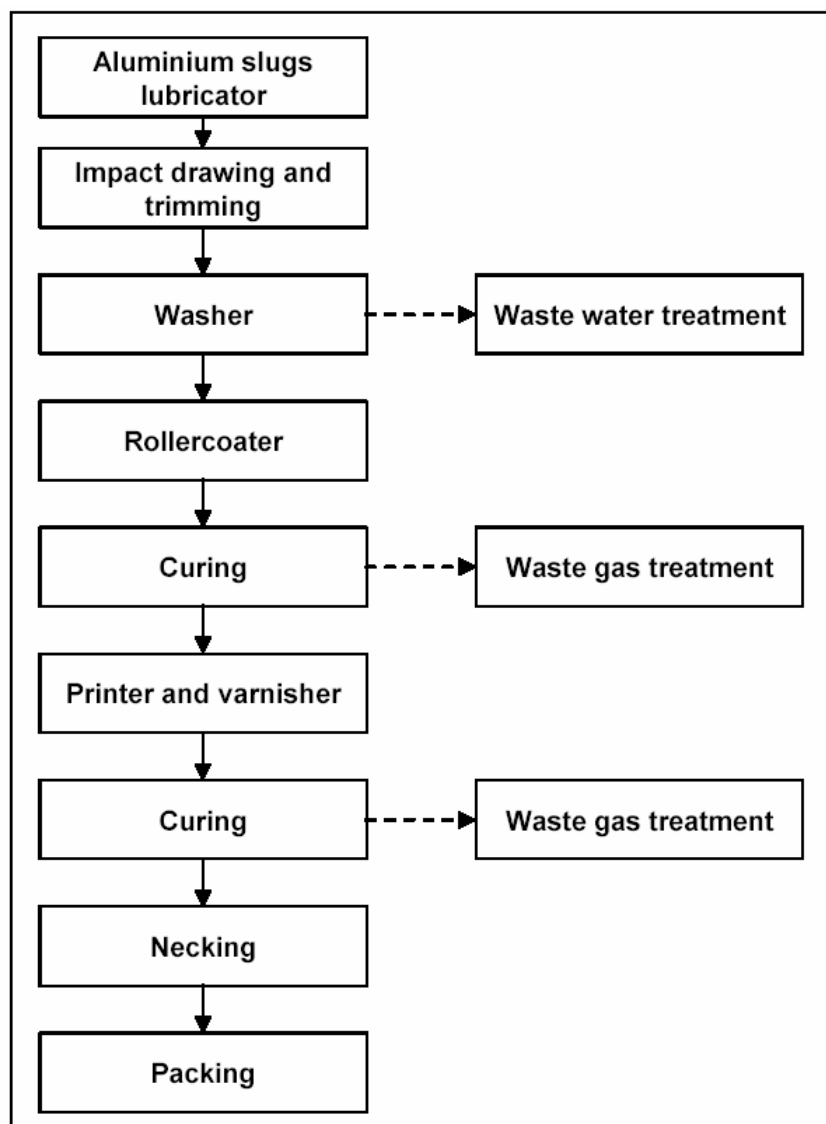


Figure 15.5 : Procédé de production de tubes en aluminium filé
[76, TWG, 2004]

Les pions d'aluminium, qui sont composés d'aluminium pur à 99,5 %, sont lubrifiés, puis convertis par une série d'opérations d'emboutissage à pression élevée en un tube avec une seule extrémité ouverte. L'extrémité ouverte est détournée pour produire un cylindre régulier et les chutes sont collectées pour recyclage. Le métal séparé supplémentaire provenant des opérations de formage peut servir à bomber vers l'intérieur l'extrémité fermée pour une meilleure résistance à la pression (aérosol), à la perforer pour ajouter ultérieurement un bouchon fileté en plastique ou à réaliser un formage plus poussé pour pratiquer un filetage de vis (ces deux derniers procédés concernent les tubes flexibles).

L'article formé est alors nettoyé dans un nettoyeur continu pour éliminer les lubrifiants résiduels et pour préparer la surface à l'application des revêtements organiques. Les produits chimiques utilisés dans le nettoyage et le procédé de gravure comprennent des détergents anioniques à base caustique. Les eaux usées contaminées peuvent être déversées partiellement ou totalement à l'égout sur autorisation des autorités locales et/ou être réutilisées pour alimenter le système épurateur décrit ci-dessous comme moyen de réduction des émanations.

Les cylindres nettoyés sont alors transférés à un enduiseur de couche de fond, qui applique au rouleau une quantité mesurée de revêtement pour la couche de fond transparente ou pigmentée sur le cylindre en rotation. Le matériau de revêtement est contenu dans un réservoir dans lequel se trouve le rouleau de récupération et les excédents de matériaux éliminés par le système de mesure réalimentent le réservoir. Les couches de fond classiques sont des revêtements organiques à base de solvants mais des revêtements à base d'eau peuvent aussi être utilisés. Les émanations de la station de revêtement sont extraites par des ventilateurs et sont généralement envoyées dans l'air par de hautes cheminées. À partir de l'enduseur de couche de fond, les emballages enduits passent automatiquement dans un four de séchage/durcissement,

dont les extraits sont collectés et envoyés directement dans l'air par de hautes cheminées ou vers un équipement de réduction.

La couche de fond durcie est cruciale pour le motif imprimé suivant, qui est appliqué avec une machine de décoration polychrome selon un procédé offset sec. Les encres sont versées manuellement dans les rouleaux du réservoir et un système de précision mesure précisément chaque couleur séparément dans le rouleau applicateur, qui récupère les couleurs sur le registre et transfère l'image complète sur la pièce à traiter. Un surverniss protecteur est appliqué lors de l'opération finale, avant que le cylindre ne passe automatiquement dans un four pour séchage et durcissement. Une extraction des émanations est réalisée au niveau de la machine de décoration, lesquelles sont canalisées dans l'air après être passées par un épurateur caustique et une conduite séparée des évacuations du four dans l'air ou vers un équipement de réduction.

Pour les emballages aérosols, le cylindre subit un reformage supplémentaire, avec une application contrôlée du lubrifiant minéral, pour « former le col » et courber l'extrémité ouverte pour qu'elle puisse recevoir la vanne qui sera mise en place après l'emplissage.

15.2.6 Fabrication de fûts

Les tonneaux en acier sont fabriqués principalement à des fins industrielles. Le principe de fabrication des fûts est similaire au procédé de fabrication des emballages trois pièces. Ce procédé est décrit à la Figure 15.6.

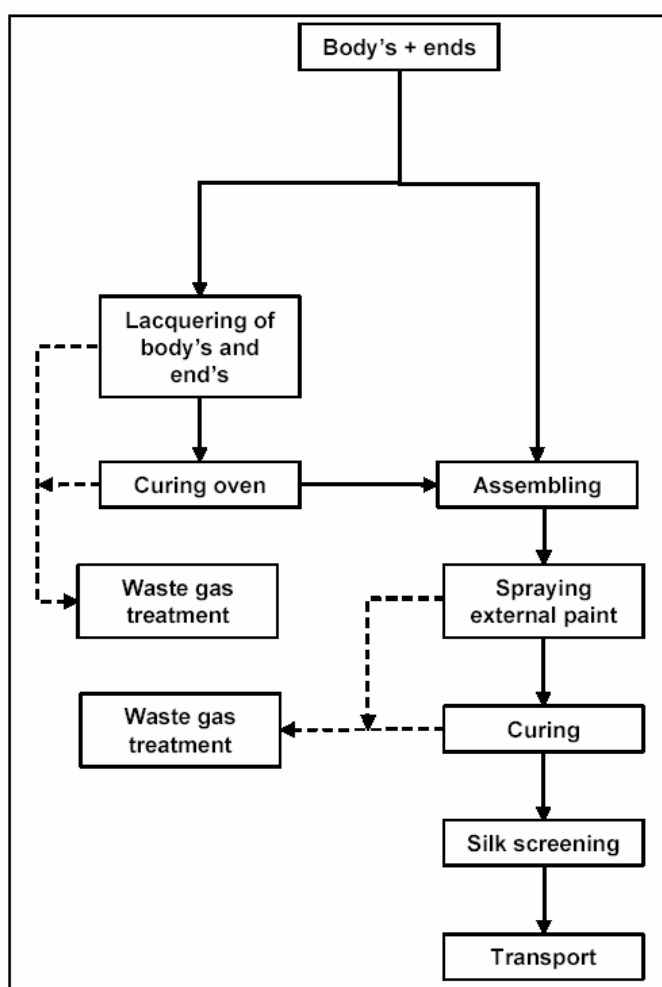


Figure 15.6 : Procédé de production des fûts
[76, TWG, 2004]

Généralement, le corps, le dessus et le fond sont produits séparément sur des chaînes de coupe et de formage, en utilisant du fer noir. Si nécessaire, les corps et les extrémités du fût formés sont enduits d'un vernis interne et durcis séparément. Sur la machine de sertissage, juste avant l'assemblage de ces composants, le joint de capsule de sertissage est appliqué. Lors de la dernière étape, le fût est enduit à l'extérieur d'une peinture externe pour fût et le revêtement est durci et séché simultanément. Les

revêtements internes des fûts sont généralement appliqués au moyen de disques rotatifs (pour le corps) ou par pulvérisation à chaud et sans air. La majorité des revêtements internes sont à base de solvants car ils doivent présenter une résistance chimique aux marchandises qu'ils contiendront, et leur teneur en solvants organiques est de 45 à 65 %. Les peintures externes pour fûts sont généralement appliquées par pistolage à chaud et sans air. Les peintures externes pour fûts sont principalement à base de solvants et contiennent environ 50 à 55 % de solvants organiques. Dans des cas spécifiques, des peintures externes à base d'eau pour fûts, contenant moins de 10 % de solvants organiques, sont utilisées. Les émissions de COV émanant du procédé sont évacuées dans l'air par des cheminées d'évacuation ou sont d'abord traitées par des techniques de réduction.

15.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement et de l'impression des emballages métalliques

15.3.1 Bilans massiques

Aucun bilan massique n'a été fourni, mais voir les données ci-dessous.

15.3.2 Données sur les consommations et les émissions

[13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

Les données sur les consommations et les émissions pour divers produits et pré-produits sont listées dans les tableaux ci-dessous :

Installation de référence	Installation A ¹	Installation B	Installation C
Substrat	Fer blanc	Fer blanc	Aluminium
Taille et géométrie des pièces à traiter	33/50 cl	33/50 cl	15, 20, 25, 29,6, 33 et 35 cl
Fréquence des changements de couleur	Environ 500 changements de motifs décoratifs par an pour la production des canettes de 33 cl et 1 100 pour celles de 50 cl	Environ 400 changements de motifs décoratifs par an par chaîne de production	2 200 changements de motifs décoratifs en 1999
Capacité annuelle en millions de m ² (année de base : 2000)	~ 120 de fer blanc	~ 100 de fer blanc	72,09 ² d'aluminium
Consommation de solvants (en g de solvants/m ²)	maximum 7,2	maximum 6,7	3,2 ²
Quantités annuelles (en tonnes)	maximum 864	maximum 670	Environ 250 – 300
Temps de fonctionnement annuel (en h)	6 500 – 8 400	6 500 – 8 400	8 300
Année de mise en service	1978	1984	1968
Notes :			
Les exigences du droit alimentaire sont appliquées dans les trois installations.			
¹ L'installation A est une installation avec salle de stockage des revêtements, appliquant des filtres à poussière, une installation d'adsorption et une unité de combustion thermique régénérative pour le traitement des gaz résiduels.			
² Données de 1999.			

Tableau 15.3 : Données sur le revêtement et l'impression des canettes de boissons
[13, DFIU and IFARE, 2002]

Activités réalisées	Revêtement et impression de feuilles	Revêtement et impression de feuilles et d'emballages trois pièces
Production de feuilles laquées (en millions)	22	10
Production de feuilles imprimées (en millions)	68	21
Tonnage de feuilles utilisées (en tonnes)	23 000	7 410
Énergie (électricité) utilisée (en MWh)	3 600	2 000
Énergie (gaz) utilisée (en MWh)	6 600	1 600
Consommation de solvants (en tonnes)	210	105
Émissions de solvants (en tonnes)	44	100
Consommation d'eau (en tonnes)	2 030	2 610

Tableau 15.4 : Données sur le revêtement et l'impression de tôles plates
[76, TWG, 2004]

Activités réalisées	Emballages trois pièces
Production d'emballages (en millions)	434
Tonnage de fer blanc utilisé (en tonnes)	25 300
Énergie (électricité) utilisée (en MWh)	2 300
Énergie (gaz) utilisée (en MWh)	3 260
Consommation de solvants (en tonnes)	33
Émissions de solvants (en tonnes)	30
Consommation d'eau (en tonnes)	2 898

Tableau 15.5 : Données sur le revêtement et l'impression des emballages trois pièces
[76, TWG, 2004]

Activités réalisées	Capsules
Feuilles laquées (en millions)	36
Feuilles imprimées (en millions)	12
Production de capsules (en millions)	920
Tonnage de fer blanc utilisé (en tonnes)	9 126
Énergie (électricité) utilisée (en MWh)	3 840
Énergie (gaz) utilisée (en MWh)	1 890
Consommation de solvants (en tonnes)	300
Émissions de solvants (en tonnes)	45
Consommation d'eau	1 053

Tableau 15.6 : Données sur le revêtement et l'impression de capsules
[76, TWG, 2004]

Activités réalisées	Fûts en métal
Peinture externe/fût	250 grammes
Tonnage de peinture externe/an	250 tonnes
Vernis (revêtement interne)/fût	300 grammes
Calcul du vernis interne basé sur	50 % de tous les fûts
Pourcentage de COV dans le vernis interne pour tonneau	65 %
Pourcentage réalisé avec de la peinture externe à base de solvants	90 %
Pourcentage réalisé avec de la peinture externe à base d'eau	10 %
Pourcentage de COV dans les matériaux à base de solvants	55 %
Pourcentage de COV dans les matériaux à base d'eau	10 %
Consommation de solvants/an (revêtement externe)	126 tonnes
Consommation de solvants/an (revêtement interne)	98 tonnes
Consommation totale de solvants/an	224 tonnes
Note : Les valeurs se rapportent au bilan massique estimé pour un million de fûts de grande taille.	

Tableau 15.7 : Bilan massique pour le revêtement et l'impression de fûts
[76, TWG, 2004]

15.3.3 Consommations

[13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

15.3.3.1 Matériaux

Consommation de matières premières pour le revêtement et l'impression des emballages deux pièces

La consommation de solvants de deux installations (installations A et B) dépend de la conception et de l'emplissage (boissons) et s'élève à environ 7,2 g par m² enduit de fer blanc. Les capacités de ces deux installations étaient d'environ 100 à 120 millions de m² en 2000. 670 et 864 tonnes de solvants organiques émanant des revêtements et des encres d'impression ont été respectivement traitées.

Les matériaux de revêtement appliqués dans les installations mentionnées ci-dessus sont à base d'eau. Cependant, pour faciliter leur application, ils contiennent 15 à 45 % de solvants organiques. Généralement, 10 à 12 g de revêtement par m² de fer blanc sont consommés. Le vernis appliqué pour le revêtement de l'intérieur de l'emballage contient normalement 10 à 15 % de solvants organiques et, généralement, de 19 à 22 g/m² de vernis sont consommés.

L'emballage peut être enduit d'une couche de fond qui servira de support à la couche d'encre. La couche de fond contient environ 20 à 50 % de solvants organiques. L'emballage est alors imprimé. Dans d'autres cas, cette base n'est pas utilisée car l'emballage est directement imprimé. L'encre d'impression peut contenir entre 18 et 38 % de solvants organiques et, généralement, de 0,5 à 0,7 d'encre par m² de fer blanc est consommé. L'emballage peut alors être éventuellement enduit d'une fine couche de surverniss pour protéger l'impression. Le surverniss contient environ 25 à 35 % de solvants organiques.

Le Tableau 15.8 présente les données relatives à la consommation de matières premières pour le traitement de l'aluminium dans une installation.

Étape du procédé	Matériaux	Consommation (t/an)	Commentaires
Revêtement de la couche de fond	Vernis	127	12,5 % (m/m) de solvants
Impression	Encres d'impression	58	15 % (m/m) de solvants
Surverniss	Surverniss	257	16 % (m/m) de solvants
Vernis sur le fond (application au rouleau)	Revêtement de la couronne du fond	19	33,5 % (m/m) de solvants
Revêtement interne	Laque	1 050	15 % (m/m) de solvants
Procédé complet de peinture	Agents de nettoyage, solvants	26	
Procédé total	Eau	135 000	
Procédé de nettoyage		172	Acide sulfurique, agents tensio-actifs
Procédé de nettoyage		55,4	Acide nitrique, acide phosphorique, acide fluorhydrique
Prétraitement de surface		53	Acide fluorhydrique
Prétraitement de surface		24	Amélioration de la mobilité
Roue d'adsorption	Charbon actif	2	
Traitement des eaux usées	Chaux	82,3	
	Agent anti-mousse	2,1	
	Floculants	2,54	
	Agent de décomposition	12,1	Ferroline
	Agent de décomposition	14,4	
	Soude caustique	35,1	
	Acide fluorhydrique	34,5	
	Acide sulfurique	5,78	

Tableau 15.8 : Consommation de matériaux dans une installation
[13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

Consommation de matières premières pour le revêtement des fûts

En moyenne, pour des tonneaux de 217 litres, une chaîne de production de fûts produit autour de 400 tonneaux par heure (la production maximum est de 600 fûts par heure). Tous les fûts sont peints extérieurement. La quantité de peinture externe utilisée est d'environ 250 grammes par fût et la consommation de solvants se situe autour de 50 à 55 kg/h si des revêtements à base de solvants sont utilisés. Certaines installations disposent de plusieurs chaînes de production de fûts. Le revêtement interne (50 % des fûts) pourrait être effectué simultanément sur une chaîne de revêtement séparée (cabine de pulvérisation + four) dédiée aux corps ou aux extrémités et la consommation supplémentaire de solvants serait de 80 kg/h. Pour des raisons de durabilité chimique, les revêtements phénoliques, qui ont une certaine teneur en phénol, pourraient être utilisés.

[128, TWG, 2005]

Consommation de matières premières pour le revêtement et l'impression des tôles plates

Pour l'opération de revêtement, la consommation de solvants varie considérablement en fonction de l'utilisation finale de l'emballage et du métal du substrat utilisé. Les extraits secs appliqués varient de 4 à 6 g/m² de revêtement externe doré pour un emballage standard, jusqu'à 25 g/m² de revêtement interne doré pour une canette conçue pour des produits agressifs. La plage classique de teneur en solvants dans les revêtements utilisés est de 45 à 70 %. Pour certaines applications spécifiques, les revêtements à base d'eau sont utilisés et ont une teneur en solvants variant de 10 à 25 %. L'utilisation de solvants pour l'impression est d'environ 10 % de la consommation de solvants pour l'opération de revêtement. Le Tableau 15.9 présente les données relatives à la consommation de matières premières pour le revêtement et l'impression des tôles plates.

Application		Poids classique du film (g/m ²)	Teneur en solvants classique (%)
Corps trois pièces	Intérieur	5 – 40	30 – 35
	Extérieur doré	4 – 6	30 – 40
	Apprêt extérieur	2 – 3	25 – 35
	Extérieur blanc	12 – 16	50 – 60
	Vernis extérieur	5 – 7	35 – 45
	Vernis extérieur (UV)	5 – 7	100
Fonds	Intérieur	4 – 14	30 – 55
	Extérieur doré	4 – 7	30 – 40
	Apprêt extérieur	2 – 3	25 – 35
	Extérieur blanc	12 – 16	50 – 60
	Vernis extérieur	5 – 7	35 – 45
	Vernis extérieur (UV)	5 – 7	100
Capsules et bouchages	Système intérieur	10 – 20	40 – 50
	Apprêt extérieur	2 – 3	30 – 40
	Extérieur blanc	10 – 15	50 – 60
	Vernis extérieur	2 – 4	35 – 45

Tableau 15.9 : Consommation de matières premières pour le revêtement et l'impression des tôles plates

[76, TWG, 2004]

Consommation de matières premières pour le revêtement et l'impression des canettes trois pièces

Le revêtement protecteur de la bande latérale de l'emballage peut être composé d'un matériau à base d'eau, à base de solvants ou en poudre. La sélection du revêtement de bande latérale dépend du type de canette, de son utilisation finale et du poids du film nécessaire à la résistance du produit. Une caractéristique cruciale du revêtement de bande latérale durci est la capacité à résister à la déformation du métal lors des stades de fabrication de bourrelets et de rabattage.

Le poids du film varie entre 5 et 25 g/m² pour les bandes latérales liquides. Cela équivaut à des niveaux de COV potentiels compris entre 5 et 100 g/m² de bande latérale (ce qui correspond à 8 à 160 mg de COV pour 0,5 kg de canette).

Pour les bandes latérales en poudre, le poids du film varie de 70 à 140 g/m². Aucune émission de COV n'est associée à l'application de bande latérale en poudre.

Actuellement, il n'existe aucune technique standard pour la bande latérale, ni aucun matériau capable de respecter toutes les spécifications de la fabrication des emballages. Le Tableau 15.10 présente les données

relatives à la consommation de matières premières pour le revêtement et l'impression des emballages à trois pièces.

Application		Poids classique du film (g/m ²)	Teneur en solvants classique (%)
Bande latérale	Liquide	5 – 20	15 – 25
	Poudre	70 – 140	100

Tableau 15.10 : Consommation de matières premières pour le revêtement et l'impression des canettes à trois pièces
[76, TWG, 2004]

Consommation de matières premières pour le revêtement et l'impression des fonds, des couvercles et des systèmes de fermeture

Outre la prévention des fuites, les enduits d'étanchéité et les joints d'étanchéité doivent aussi apporter une biosécurité essentielle, en particulier dans le cas d'emballages, de fonds et de systèmes de fermeture destinés aux emballages alimentaires et de boissons.

La consommation de composés d'enduit d'étanchéité et de joint d'étanchéité est mesurée en volume et non en poids par unité d'aire. Lorsqu'une pulvérisation de réparation est nécessaire, un chiffre classique serait de 95 g pour 1 000 extrémités (EOF) d'un diamètre de 73 mm. Toutes les pulvérisations de réparation sont uniquement à base de solvants. Des volumes d'enduit d'étanchéité classiques sont présentés dans le Tableau 15.11 ci-dessous.

Diamètre (mm)	Fonds des conserves alimentaires	Fonds des canettes de boissons	Fonds des emballages	Dessus des emballages aérosols	Bases des emballages aérosols
48				35 – 55	
50		22 – 33			28 – 48
52	30 – 45	25 – 35		40 – 60	
54					30 – 50
57		30 – 40			
60				40 – 70	
63					35 – 60
65				45 – 75	35 – 60
70			40 – 65		
73	30 – 50				
83	40 – 60				
99			70 – 100		
153	80 – 110		150 – 225		
165			165 – 245		

Volume de composé (en mm³) pour différents diamètres de canettes/extrémités et différentes applications.

Tableau 15.11 : Consommation de matières premières pour le revêtement et l'impression des fonds, des couvercles et des systèmes de fermeture.
[76, TWG, 2004]

15.3.3.2 Eau

Aucune donnée fournie.

15.3.3.3 Énergie

Consommation d'énergie pour le revêtement et l'impression des emballages deux pièces

La consommation d'énergie des installations de référence A et B en 1999-2000 est présentée dans le Tableau 15.12.

	Installation A (MWh)	Installation B (MWh)
Gaz naturel	67 000	60 000
Électricité	43 000	55 000
Énergie régénérée	4000	
Note : Les installations A et B sont décrites dans la Section 15.3.3.1.		

Tableau 15.12 : Utilisation et récupération d'énergie dans deux installations
[13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

15.3.4 Émissions

15.3.4.1 Émissions dans l'air

[13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

Le Tableau 15.13 présente un résumé des émissions de COV rapportées.

	¹ Niveau d'émission par application (g/m ²)	
	À base de solvants	À base d'eau
Contact avec des produits alimentaires * canettes de boissons EE * feuilles pour les fonds, les couvercles et les systèmes de fermeture * tonneaux	6,7 – 10,5 4 – 93 90 – 100	3,2 – 4,5 1 – 30
Contact avec des produits non alimentaires * feuilles pour les fonds, les emballages et les composants * tonneaux	4 – 93 60 – 70	1 – 30 11 – 20
Vernis d'impression * feuilles pour les fonds, les emballages et les composants ²	2,5 – 13	1 – 6
Notes : ¹ Ces valeurs incluent aussi les émissions diffuses. ² Les applications d'encres et de vernis UV sont limitées à des applications non alimentaires et spéciales mais peuvent atteindre des niveaux inférieurs à 1. Aucune donnée n'a été rapportée pour les tubes en aluminium.		

Tableau 15.13 : Niveaux d'émissions de COV rapportés pour différents revêtements et impressions d'emballages métalliques
[76, TWG, 2004] [124, SEFEL, 2005]

Émissions dans l'air émanant du revêtement et de l'impression des canettes deux pièces

Du fait de l'extraction et du traitement par combustion thermique régénérative des gaz résiduels émanant des machines d'impression, des applications de revêtement et des unités de sècheurs, la quantité d'émissions de COV est relativement faible. Le rendement du traitement des gaz résiduels est supérieur à 99 % ; cependant, il dépend de la concentration d'entrée. Le débit massique du C total dans le gaz propre après le procédé d'incinération régénérative varie entre 0,6 et 1,2 kg/h. On obtient des concentrations de gaz propre inférieures à 20 mg de C_{total}/Nm³.

Le Tableau 15.14 présente les données relatives aux émissions émanant de l'installation A, qui utilise un incinérateur régénératif ayant une capacité de traitement d'un débit volumique de gaz de 76 000 Nm³/h pour deux chaînes de production, et une roue d'adsorption traitant un débit volumique de gaz de 90 000 Nm³/h, également pour deux chaînes de production :

Paramètre	Débit massique (kg/h)	Débit massique (kg/an)	Commentaires
COV	Aucune donnée	Aucune donnée	
C total	0,61	5 075	Après incinération
	1,2	10 080	Après la roue d'adsorption
Poussière	0,00015	1,27	Après incinération
CO	1,37	11 400	Après incinération
NO _x	1,52	12 600	Après incinération

Tableau 15.14 : Valeurs d'émissions de gaz propre après traitement des gaz résiduels émanant de l'installation A
[13, DFIU and IFARE, 2002]

Le Tableau 15.15 présente les données relatives aux émissions émanant de l'installation B, qui utilise un incinérateur régénératif ayant une capacité de traitement d'un débit volumique de gaz de 71 240 Nm³/h

pour trois chaînes de production, et un bioépurateur traitant un débit volumique de gaz de 31 820 Nm³/h pour deux chaînes de production.

Paramètre	Débit massique (kg/h)	Débit massique (kg/an)	Commentaires
COV	Aucune donnée	Aucune donnée	
C total	1,19	6 764	Après incinération
	0,3	252	Après le bioépurateur
Poussière	0,03	202	Après incinération
CO	0,69	3 929	Après incinération
NO _x	1,71	9 721	Après incinération

Tableau 15.15 : Valeurs d'émissions de gaz propre après traitement des gaz résiduaux émanant de l'installation B
[13, DFIU and IFARE, 2002]

Le Tableau 15.16 présente les données relatives aux émissions émanant de l'installation C, qui utilise un incinérateur régénératif d'une capacité de traitement d'un débit volumique de gaz de 35 000 Nm³/h, et une roue d'adsorption traitant un débit volumique de gaz également égal à 35 000 Nm³/h. L'air chargé de solvants émanant des applications de couche d'impression et de couche de finition est entraîné vers la roue d'adsorption, atteignant un rendement de 54,4 % pour le butoxyéthanol et de 16,7 % pour le dibutylaminoéthanol. Le gaz évacué par l'adsorbent est ensuite acheminé vers l'incinérateur. L'air extrait des sècheurs est uniquement routé vers l'unité de combustion, atteignant un rendement d'élimination de 99,9 %.

Paramètre	Débit massique (kg/h)	Débit massique (kg/an)	Concentration (mg/m ³)	Commentaires
C total	1,75	14 525	50	Après adsorption
	< 0,07	581	< 2	Après incinération
Poussière				
CO	2,55	21 206	73	Après incinération
CO ₂		8290		Incinérateur et sècheurs
NO _x	2,80	23 240	80	Après incinération

Tableau 15.16 : Valeurs d'émissions de gaz propre après traitement des gaz résiduaux émanant de l'installation C
[13, DFIU and IFARE, 2002]

Les COV sont principalement émis sous forme d'émissions diffuses émanant par exemple des procédés de transport, des systèmes de convoyage ou à la sortie des sècheurs. Environ 31 à 47 t de COV ont été émises par an sous forme d'émissions diffuses par les installations A, B et C. Les émissions diffuses estimées de l'installation C sont de 34 t/an, ce qui représente 15 % de la quantité de solvants utilisée.

Les émissions de COV émanant des vernis et du nettoyage (avant traitement) sont rapportées comme se situant entre 10 et 12 g/m² de fer blanc [23, Spain, 2000].

Émissions dans l'air émanant du revêtement et de l'impression des fûts

Le Tableau 15.17 présente des données sur les émissions émanant du revêtement et de l'impression des fûts.

Traitement des gaz résiduaux (TGR)	30 %
COV éliminés par le TGR	67 tonnes
Émissions de COV dans l'air	143 tonnes/an
Note : Émissions classiques estimées par million de fûts de grande taille.	

Tableau 15.17 : Émissions dans l'air émanant du revêtement et de l'impression des fûts
[76, TWG, 2004]

15.3.4.2 Émissions dans l'eau

[13, DFIU and IFARE, 2002]

Eaux usées provenant du revêtement et de l'impression des emballages deux pièces

Les eaux usées sont générées par les procédés de prétraitement. Les concentrations d'étain proviennent du nettoyage des emballages emboutis composées de fer blanc étamé. Après précipitation et floculation, les concentrations d'étain sont respectivement de 4 et < 2 mg/l pour les installations A et B.

Les valeurs d'AOX après traitement sont respectivement de 0,5 et < 1 mg/l pour les installations A et B. La concentration d'hydrocarbures après traitement était, pour les deux installations, < 20 mg/l. Les eaux usées traitées de l'installation C ont une concentration en DCO de 350 mg/l et de 0,5 mg/l pour les AOX.

15.3.4.3 Déchets

[13, DFIU and IFARE, 2002]

Déchets provenant du revêtement et de l'impression des emballages deux pièces

Les déchets significatifs produits par le procédé de production sont présentés dans le Tableau 15.18. La quantité de déchets est exprimée en tonnes par an et en valeur relative pour chaque mètre carré d'étain ou d'aluminium traité.

Déchets	Installation A		Installation B		Installation C	
	(t/an)	(g/m ²)	(t/an)	(g/m ²)	(t/an)	(g/m ²)
Dépôts de revêtement produits par le nettoyage des installations	2,95	0,025				
Solvants et mélanges de solvants	42,15	0,351			8	0,11
Solvants organiques, agents de nettoyage et solutions alcalines	56,79	0,473				
Filtres contaminés d'huile, chiffons de nettoyage et vêtement de protection	61,66	0,514	43	0,43	5,2	0,02
Dépôts de revêtement			87,00	0,87	32	0,40
Filtres à vernis			6	0,06		
Emballages contaminés par des produits dangereux			8	0,08		
Dépôts produits par le nettoyage des réservoirs					11	0,15
Résidus d'huile					12,4	0,17
Boues résiduaires de chaux					316	4,0
Déchets industriels mélangés					53	
Chutes d'aluminium					3,63	

Tableau 15.18 : Déchets produits par le revêtement et l'impression d'emballages métalliques
[13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

D'autres données rapportées indiquent que, pour chaque mètre carré de fer blanc, de 1 à 2 g/m² de solvants usagés sont produits. Ils sont normalement nettoyés et recyclés sur site ou hors du site [23, Spain, 2000].

Déchets produit lors du revêtement et de l'impression des fûts

Le Tableau 15.19 présente des données sur les émissions émanant du revêtement et de l'impression des tonneaux.

Déchets	6,25 %
Déchets	14 tonnes
Note : Émissions classiques estimées par million de fûts de grande taille.	

Tableau 15.19 : Émissions émanant du revêtement et de l'impression des fûts
[76, TWG, 2004]

15.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour le revêtement et l'impression d'emballages métalliques

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer au revêtement et à l'impression d'emballages métalliques. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques peuvent aussi être applicables au revêtement et à l'impression d'emballages métalliques. Le Tableau 15.20 présente les techniques générales applicables au revêtement

et à l'impression d'emballages métalliques qui sont décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 15.20 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

15.4.1 Systèmes traditionnels de revêtement et d'encres à base de solvants

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.1. Les matériaux de revêtement et d'encre sont généralement des matériaux organiques à base de solvants dans les procédés de fabrication des emballages métalliques suivants :

- * revêtements externes appliqués aux emballages EE
- * encres décoratives appliquées aux emballages EE
- * applications spéciales de margeage
- * couche de fond et encre appliquées aux tubes en aluminium filé
- * revêtement interne et externe des fûts.

Avantages pour l'environnement : Fréquence de nettoyage (lavage) et consommations de matériaux réduites. Les matériaux résiduels sont recyclés de manière rentable pour une récupération des solvants.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les gaz résiduels émanant des procédés de margeage sont généralement traités comme suit :

- * ceux émanant des procédés de revêtement sont généralement traités
- * ceux émanant des procédés d'impression sont généralement directement dispersés dans l'air.

Les gaz résiduels émanant des procédés de fabrication de fûts et d'emballages EE dans les techniques de margeage sont, en fonction des conditions locales, traités ou directement dispersés dans l'air.

Les gaz résiduels émanant des procédés de fabrication des tubes en aluminium filé sont généralement traités comme suit :

- * ceux émanant de l'activité de couche de fond sont généralement dispersés dans l'air

- * ceux émanant des sècheurs sont parfois traités
- * les gaz résiduels émanant des applicateurs d'encre de décoration et des couches transparentes sont généralement routés vers un épurateur caustique et les gaz du sécheur suivant sont couramment traités par oxydation thermique.

Applicabilité : Adapté au revêtement et à l'impression des procédés d'emballages métalliques soumis aux exigences suivantes :

- * caractéristiques de mouillage supérieures
- * résistance à la perméabilité à l'eau
- * vernis humide sur humide
- * meilleure résistance chimique
- * résistance à la contamination par de l'huile et par des lubrifiants.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité et sécurité du produit.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [125, SEFEL, 2005]

15.4.1.1 Encres à base de solvants dans la fabrication des emballages EE deux pièces

Description : Les encres d'impression appliquées contiennent de 18 à 38 % de solvants organiques.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les machines d'impression d'emballages EE peuvent atteindre des vitesses supérieures à 2 000 emballages/minute car elles ont 4/6/8 sections indépendantes qui permettent d'appliquer séquentiellement jusqu'à huit couleurs et une couche de finition. Les fours thermiques durcissent les encres à des températures variant de 180 à 450 °C pendant 7 à 60 secondes.

Les encres sont durcies dans un four thermique et les gaz résiduels peuvent être traités par oxydation thermique. Les machines de décoration sont conçues pour permettre une extraction des gaz résiduels. Les presses sont généralement fermées pour renforcer l'extraction des gaz résiduels et le traitement ultérieur.

Applicabilité : Les procédés offset sec sont couramment appliqués, cependant, dans les installations plus récentes, des rouleaux à graver sont aussi utilisés. Les machines de décoration sont conçues pour permettre une extraction des gaz résiduels.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [65, UKDEFRA, 2003] [76, TWG, 2004]

15.4.2 Remplacement des revêtements et des encres contenant des solvants (substitution)

15.4.2.1 Systèmes traditionnels de revêtement et d'encres à base de solvants/d'eau

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.3. Les systèmes suivants sont appliqués aux canettes EE :

- * couche externe (fond non inclus) : teneur en solvants organiques de 15 à 45 % (m/m)
- * couche interne : teneur en solvants organiques de 10 à 15 % (m/m)
- * couche de fond pour le fond de l'emballage : teneur en solvants organiques de 80 % (m/m).

Sur les emballages EE en aluminium, il s'agit d'une :

- * couche interne et externe : teneur en solvants organiques de 12 à 16 % (m/m)
- * couche pour le fond de l'emballage : teneur en solvants d'environ 33 % (m/m).

Sur les fûts en acier, il s'agit d'une :

- * couche externe : teneur en solvants organiques de 5 à 15 % (m/m)

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Le remplacement par des matériaux à base d'eau signifie une utilisation d'énergie accrue (et par conséquent des émissions de CO₂ accrues) pour les sècheurs et les oxydants thermiques. Cependant, si la réduction des émissions de COV est suffisante et que les oxydants peuvent être arrêtés, l'utilisation d'énergie peut être identique, voire inférieure (voir le BREF ECM, Annexe 14 sur l'impression à base d'eau).

Données d'exploitation : L'air évacué émanant de l'application par pulvérisation et des sècheurs est généralement traité. Les revêtements de substitution sont principalement disponibles pour les procédés de revêtement de canettes embouties-étirées (EE).

Applicabilité : Les emballages en aluminium sont principalement enduits de revêtements à base d'eau (comme des vernis).

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Rexam, Berlin, Allemagne (canettes en fer blanc).

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [65, UKDEFRA, 2003] [70, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

15.4.2.2 Systèmes de revêtement et composés à base d'eau dans la fabrication des emballages métalliques basée sur la technique du margeage

Cette section fournit des informations sur les canettes trois pièces ainsi que sur d'autres emballages métalliques qui ne sont pas EE.

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.3. Les systèmes de revêtement à base d'eau/solvant décrits ici sont applicables aux emballages métalliques suivants :

- * Emballages trois pièces pour les produits alimentaires, les boissons, les aérosols et les produits industriels
- * protection de la bande latérale soudée des emballages trois pièces. Les revêtements à base d'eau peuvent être appliqués sur la bande latérale des soudures
- * fonds, capsules, couvercles et systèmes de fermeture pour les emballages trois pièces, les bocaux et les bouteilles
- * emballages deux pièces non EE.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de solvants organiques car aucun solvant organique n'est utilisé.

Effets croisés : Fréquence de nettoyage des machines et temps d'immobilisation accrues. Augmentation des dépôts dans le système d'extraction (condensat et résine). Risques réduits pour la santé et la sécurité des opérateurs des machines de revêtement du fait d'une exposition réduite aux solvants. Risques d'incendie et d'explosion réduits. Nécessite des fours de séchage thermique.

Données d'exploitation : L'air évacué émanant du procédé de revêtement et des sècheurs est généralement traité. Les systèmes de revêtement à base d'eau doivent être stockés dans un environnement sans givre. Risques réduits pour la santé et la sécurité des opérateurs des machines de revêtement du fait d'une exposition réduite aux solvants. Risques d'incendie et d'explosion réduits.

Applicabilité : Les composés à base d'eau sont souvent disponibles et appliqués. Les applications humides sur sec ne sont soumises qu'aux paramètres de qualité. S'applique aux composants, aux capsules et aux couvercles des emballages métalliques.

Aspects économiques : Les pompes et les conduites du procédé doivent être en acier de haute qualité. Des coûts de maintenance accrus dus à l'usure des lames-grattoirs et coûts de nettoyage du système d'extraction accrus. Investissement nécessaire pour les fours de séchage et un approvisionnement de haute qualité des systèmes de conduites de distribution.

Moteurs de la mise en œuvre : Conformité juridique environnementale.

Installations de référence : Impress Hoogeveen et Impress Deventer, les deux aux Pays-Bas.

Littérature de référence : [65, UKDEFRA, 2003], [76, TWG, 2004]

15.4.2.3 Revêtement de margeage

Cette section fournit des informations sur les emballages trois pièces ainsi que sur d'autres emballages métalliques qui ne sont pas EE.

Description : Les matériaux à base d'eau sont adaptés à certains produits d'emballages métalliques mais sont limités aux polyesters, acryliques et époxyphénoliques (à l'exception des organosols), cependant, tous les revêtements à base d'eau contiennent certains solvants organiques, principalement destinés à faciliter le mouillage.

Avantages pour l'environnement : Émissions de solvants organiques réduites. Risques réduits pour la santé et la sécurité des opérateurs des machines de revêtement du fait d'une exposition réduite aux solvants. Risques d'incendie et d'explosion réduits.

Effets croisés : Usure des lames-grattoirs et production de condensat accrues.

Données d'exploitation : Le temps d'immobilisation nécessaire au nettoyage est généralement de 30 minutes plus long que celui nécessaire pour les matériaux à base de solvants.

Applicabilité : Uniquement adapté aux applications humide sur sec. Appliqué à la fabrication d'emballages métalliques basée sur la technique du margeage.

Aspects économiques : Le coût est à peu près identique pour les matériaux à base d'eau et ceux à base de solvants.

Moteurs de la mise en œuvre : Respect du schéma de réduction des solvants.

Installations de référence : Impress Hoogeveen, Pays-Bas.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

15.4.2.4 Bande latérale liquide

Cette section fournit uniquement des informations sur les canettes trois pièces.

Description : Une bande latérale vernie est appliquée sur les zones externe et interne de la partie soudée du cylindre de la canette. Le poids du film par emballage classique est d'environ 0,02 g/emballage et le type de vernis est sélectionné en fonction de la nature agressive des produits qui rempliront la canette. Les matériaux à base d'eau sont disponibles pour certains produits d'emballage sélectifs ayant été soumis à des tests poussés d'aptitude à l'emballage.

Avantages pour l'environnement : Émissions de solvants organiques réduites.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les vernis à base d'eau peuvent être utilisés avec un équipement standard d'application de bande latérale. Risques réduits pour la santé et la sécurité des opérateurs des machines de revêtement du fait d'une exposition réduite aux solvants. Risques d'incendie et d'explosion réduits.

Applicabilité : Les matériaux à base d'eau ne sont pas adaptés à l'application de bande latérale interne sur des emballages pour produits agressifs.

Aspects économiques : Le coût est à peu près identique pour les matériaux à base d'eau et ceux à base de solvants.

Moteurs de la mise en œuvre : Respect du schéma de réduction des solvants.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [65, UKDEFRA, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005].

15.4.2.5 Pulvérisation de réparation

Cette section fournit uniquement des informations sur les emballages trois pièces à fonds à ouverture facile.

Description : Le « refoulage » des couvercles à ouverture facile en acier s'effectue après les opérations de revêtement de la couche primaire et de presse et ce refoulage doit recevoir une pulvérisation de réparation pour prévenir la corrosion de l'acier. Des vernis adaptés sont actuellement disponibles, mais uniquement sous forme de vernis organiques à base de solvants.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Les solvants organiques sont normalement directement dispersés dans l'air.

Données d'exploitation : Bonnes propriétés de mouillage et bonne résistance aux huiles de surface.

Applicabilité : Couvercles à ouverture facile en acier. Appliqué à la fabrication d'emballages métalliques basée sur la technique du margeage.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

15.4.2.6 Revêtement de bande latérale par pulvérisation de poudre

Description : Voir Section 20.7.2.6.

Avantages pour l'environnement : Aucune émission de solvants organiques.

Effets croisés : Le poids du film est généralement 10 fois supérieur à celui nécessaire pour une bande latérale liquide.

Données d'exploitation : Un contrôle électrostatique de la pulvérisation est nécessaire.

Applicabilité : Appliqué à la fabrication d'emballages métalliques basée sur la technique du margeage. Protection de la bande latérale interne des canettes pour les marchandises agressives qui rempliront les canettes. Les revêtements en poudre peuvent être appliqués sur la soudure et sont appelés « bande latérale ». Les revêtements en poudre sont utilisés pour la protection de la bande latérale des canettes soudées trois pièces.

Aspects économiques : Les coûts associés à la poudre sont supérieurs à ceux associés aux vernis liquides.

Moteurs de la mise en œuvre : Législation environnementale.

Installations de référence : Impress Deventer, Pays-Bas.

Littérature de référence : [65, UKDEFRA, 2003] [76, TWG, 2004]

15.4.2.7 Matériaux prélaqués en continu

Cette section fournit des informations sur les emballages trois pièces ainsi que sur d'autres emballages métalliques qui ne sont pas EE.

Description : Voir Section 20.7.2.8. Les matériaux ayant subi un prélaquage en continu peuvent être appliqués.

Avantages pour l'environnement : Une réduction significative des émissions de COV dépendante des activités de revêtement qui sont remplacées par l'application de matériaux prélaqués en continu.

Effets croisés : Perte de matériaux sous forme de déchets cellulaires à un taux moyen de 20 % qui inclut le matériau enduit.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Appliqué uniquement à certains couvercles et fonds bombés des boîtiers aérosols.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005]

15.4.2.8 Bobines prélaquées

Description : Cette technique peut être utilisée dans la production d'emballages trois pièces ainsi que d'autres emballages métalliques qui ne sont pas EE.

Avantages pour l'environnement : Aucune émission de solvant organique dans l'installation de fabrication des emballages métalliques.

Effets croisés : Les déchets de métaux du procédé (découpés) contiennent des substances de revêtement.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Appliqué à la fabrication d'emballages métalliques basée sur la technique du margeage et aux procédés alimentés par bobine. Les bobines prélaquées ne sont disponibles qu'auprès d'un nombre limité de fournisseurs de métaux et sont uniquement adaptées à certains types de fonds, de couvercles et de systèmes de fermeture emboutis. Ne convient pas aux emballages EE.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Autorisation environnementale ou nécessité de sous-traiter l'activité de revêtement.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

15.4.2.9 Composés UV (vernis et encres)

Description : Voir Section 2.4.2.2.1. Les encres UV sont appliquées à une large gamme de produits : aérosols, produits alimentaires, produits industriels, systèmes de fermeture et capsules. Les vernis UV sont aussi utilisés pour les aérosols, les produits alimentaires et certains produits généraux.

Avantages pour l'environnement : Aucune émission de solvants organiques. Aucun four de durcissement thermique, ni d'énergie associée, ni d'implications en termes d'émissions.

Effets croisés : De l'ozone est émis.

Données d'exploitation : Il faut faire preuve de prudence lors de l'utilisation de matériaux UV et vérifier qu'ils sont adaptés au produit de remplissage.

Applicabilité : Cette technique s'applique aux emballages trois pièces ainsi qu'à d'autres emballages métalliques qui ne sont pas EE.

L'utilisation d'encres UV pour les emballages métalliques a augmenté dans les applications non alimentaires et celles-ci sont couramment appliquées. S'applique à la fabrication d'emballages métalliques basée sur la technique du margeage. Le durcissement par lampe UV remplace les fours de séchage thermique traditionnels. Les applications de vernis UV sont extrêmement limitées par les normes de flexibilité d'usinage et de résistance à l'abrasion.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Conformité environnementale.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [65, UKDEFRA, 2003] [76, TWG, 2004]

15.4.3 Application de revêtements et d'encre

15.4.3.1 Rouleaux pour la fabrication de canettes EE deux pièces

Description : Voir Section 20.7.3.1. Le revêtement au rouleau et le procédé offset sec sont couramment utilisés pour l'application du revêtement externe et des encres.

Avantages pour l'environnement : Consommation optimale de matériaux.

Effets croisés : Parfois l'air évacué émanant des procédés de revêtement et d'impression est directement dispersé dans l'air.

Données d'exploitation : Les rouleaux applicateurs sont dans une enceinte fermée et les excédents de matériau de revêtement sont collectés et renvoyés au réservoir.

Applicabilité : Les enduiseurs au rouleau sont couramment utilisés pour l'application de revêtement externe et l'impression offset sec pour l'application des encres.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Consommation optimale de matériaux.

Installations de référence : Rexam, Berlin, Allemagne (canettes en acier).

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [65, UKDEFRA, 2003] [70, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004]

15.4.3.2 Rouleaux pour la technique du margeage

Cette section fournit des informations sur les emballages trois pièces ainsi que sur d'autres emballages métalliques qui ne sont pas EE.

Description : Voir Section 20.7.3.1. Les épaisseurs des couches de revêtements sont précisément contrôlées pour se situer généralement entre 3 et 10 microns.

Avantages pour l'environnement : Application optimale de vernis et réduction des émissions de solvants organiques.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les rouleaux applicateurs pour les feuilles de revêtement sont dans une enceinte fermée et les excédents de matériau de revêtement sont collectés et renvoyés au réservoir.

Applicabilité : Les enduiseurs au rouleau sont exclusivement utilisés pour le revêtement des feuilles. Les bandes latérales peuvent aussi être appliquées en utilisant des rouleaux. L'industrie des emballages métalliques utilise, pour des opérations sélectionnées, des rouleaux de revêtement continu ou ponctuel pour appliquer les vernis.

Aspects économiques : Économies de matériaux de revêtement.

Moteurs de la mise en œuvre : Coût et contrôle de qualité de l'application du revêtement.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [65, UKDEFRA, 2003], [76, TWG, 2004]

15.4.3.3 Rouleaux pour la fabrication de tubes en aluminium filé

Description : Voir Section 20.7.3.1. Les enduiseurs à rouleaux sont utilisés pour l'application de la couche de fond ; le cylindre est en rotation et le rouleau est statique. Le rouleau de récupération traverse un réservoir contenant le matériau de revêtement, les excédents de matériau sont alors éliminés par le système de mesure et réalimentent le réservoir. Après le procédé d'impression, un surverniss (couche transparente) est appliqué par les rouleaux. La station de revêtement est généralement fermée et l'air évacué est extrait et traité par un épurateur. Le procédé de séchage suivant est alors réduit par un oxydant thermique.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de solvants dans l'air.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [65, UKDEFRA, 2003] [76, TWG, 2004]

15.4.3.4 Pulvérisation à air comprimé

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.3.8.

Avantages pour l'environnement : Le rendement de l'application par pulvérisation interne varie de 93 à 97 % pour la fabrication d'emballage EE deux pièces.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : La surpulvérisation est couramment séparée en appliquant des systèmes de filtre sec. Elle n'est pas réutilisée ni recyclée.

Applicabilité : La pulvérisation à air comprimé est couramment utilisée pour l'application de revêtement interne dans la fabrication d'emballage EE deux pièces et dans la fabrication d'emballages métalliques basée sur la technique du margeage.

Aspects économiques : Réduit au maximum l'utilisation de vernis grâce à une application ciblée du profilé.

Moteurs de la mise en œuvre : Avantages environnementaux et raisons économiques.

Installations de référence : Rexam, Berlin, Allemagne (canettes en acier).

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [65, UKDEFRA, 2003] [70, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004]

15.4.3.5 Pistolage sans air

Description : Voir Section 20.7.3.1. Les bandes latérales peuvent aussi être appliquées au moyen de pistolets de pulvérisation. Le pistolage sans air (électrique) est couramment utilisé pour l'application de revêtement interne.

Avantages pour l'environnement : Le rendement de l'application par pulvérisation interne est de 90 % pour la fabrication d'emballages EE deux pièces. Réduit au maximum l'utilisation de vernis grâce à une application ciblée du profilé.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : La surpulvérisation est couramment collectée par des systèmes de filtre sec. Elle n'est pas réutilisée ni recyclée.

Applicabilité : Le pistolage sans air est couramment utilisé pour l'application de revêtement interne dans la fabrication d'emballage EE deux pièces et dans la fabrication d'emballages métalliques basée sur la technique du margeage.

Aspects économiques : Un rendement élevé de l'application et une consommation réduite de matières premières, voir Moteurs de la mise en œuvre ci-dessous.

Moteurs de la mise en œuvre : Réduit les émissions dans l'air et est rentable.

Installations de référence : Rexam, Berlin, Allemagne (canettes en acier).

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [65, UKDEFRA, 2003] [70, UBA Germany, 2003], [76, TWG, 2004]

15.4.3.6 Pulvérisation électrostatique

Description : Les bandes latérales enduites de revêtement en poudre sont appliquées par des pistolets de pulvérisation électrostatique.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les excédents de matériau de revêtement sont collectés et renvoyés au réservoir.

Applicabilité : Fabrication d'emballages métalliques basée sur la technique du margeage.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [65, UKDEFRA, 2003]

15.4.3.7 Pulvérisation de poudre

Description : L'industrie de l'emballage métallique utilise un équipement de pulvérisation électrostatique pour les applications de bande latérale des emballages soudés trois pièces.

Avantages pour l'environnement : La recirculation en circuit fermé de la poudre prévient les émissions de poussière.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Utilisé pour les emballages trois pièces avec application de bande latérale laquée. Appliqué dans la fabrication d'emballages métalliques basée sur la technique du margeage.

Aspects économiques : Les coûts des matériaux appliqués sont supérieurs à ceux des vernis pour bande latérale liquide.

Moteurs de la mise en œuvre : Conformité environnementale

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

15.4.3.8 Application au rideau

Description : Il s'agit d'une technique utilisée pour la protection anticorrosion externe des emballages EE de produits alimentaires lorsqu'une finition de protection unie (non décorative) est requise. Le revêtement contient aussi normalement un lubrifiant pour faciliter la mobilité de la canette lors de la fabrication et de l'emplissage ultérieurs. Le revêtement est appliqué par le passage en masse des emballages retournés (base supérieure) précédemment nettoyés et rincés, sur une large ceinture de convoyage, sous des chutes ou rideaux unique ou multiples de « revêtement verso » à base d'eau diluée. L'excédent de revêtement humide coule des emballages vers un système de capture et de recirculation, puis l'emballage entre immédiatement dans un four pour évaporer le support liquide et durcir les solides restants en un film protecteur. L'enduseur à rouleau est normalement construit comme partie intégrale de l'installation de nettoyage, de rinçage et de séchage de l'emballage. Le versement continu d'eau désionisée sur l'emballage provenant du procédé de rinçage de l'emballage dilue le revêtement verso dans le système, qui est reconcentré par ultrafiltration et/ou additions périodiques de revêtement verso concentré. Le revêtement verso est principalement à base d'eau mais avec une petite teneur en COV pour favoriser la mouillabilité de la surface de l'emballage.

Avantages pour l'environnement : L'utilisation de matériaux de revêtement à base d'eau réduit au maximum la teneur en solvants.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Lorsque les emballages ne doivent pas être imprimés, ce qui est le cas normal pour les conserves alimentaires, alors une couche transparente externe de protection est appliquée sur l'emballage renversé par un enduseur au rideau. Les systèmes d'application au rideau intègrent une unité de capture et de recirculation en circuit fermé.

Applicabilité : Protection externe des conserves alimentaires. Appliqué dans la fabrication d'emballage deux pièces embouties-étirées (EE).

Aspects économiques : Optimisation des matériaux.

Moteurs de la mise en œuvre : Avantage en termes de coûts et pour l'environnement.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [65, UKDEFRA, 2003] [76, TWG, 2004]

15.4.3.9 Durcissement par rayonnement

Pour une description générale, voir Section 20.7.2.5.

15.4.4 Impression

15.4.4.1 Lithographie (offset humide) pour la technique du margeage

Cette section fournit des informations sur les emballages trois pièces ainsi que sur d'autres emballages métalliques qui ne sont pas EE.

Description : Voir Section 2.4.1. Pour une description générale, voir Section 15.2. Les presses de lithographie modernes atteignent des vitesses supérieures à 6 000 feuilles par heure. Le nombre de couleurs d'impression employées est spécifique au design, par exemple :

- * les fûts de lait en poudre peuvent avoir 10/11 couleurs
- * les fûts métalliques promotionnels peuvent avoir 13/14 couleurs.

Avantages pour l'environnement : Les encres d'impression utilisées dans les procédés de lithographie contiennent généralement moins de 10 % de solvants organiques, entraînant de faibles émissions de COV.

Effets croisés : Les solvants organiques émanant des fours de séchage sont généralement directement dispersés dans l'air.

Données d'exploitation : Les chaînes d'impression se composent d'un à six encrages et peuvent appliquer de 1 à 6 couleurs en séquence. Certains designs sont obtenus par un procédé en quadrichromie, tandis que d'autres sont obtenus par un dispositif d'impression hexachrome à six couleurs. Cependant, une large proportion de designs est encore obtenue en utilisant des couleurs ponctuelles (c'est-à-dire une couleur d'encre correspondant à un ton spécifique pour répondre aux besoins du design).

Applicabilité : Technique couramment utilisée dans l'industrie de l'impression des emballages métalliques en tôles plates.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Cette technique est couramment appliquée.

Littérature de référence : [65, UKDEFRA, 2003], [76, TWG, 2004]

15.4.4.2 Lithographie sans eau

Description : Voir Section 2.4.1.6.

Avantages pour l'environnement : Économies de ressources et de matières premières, et les émissions émanant des solutions de mouillage sont éliminées. Temps de réglage des changements de décoration réduit. Pour réduire la consommation de matériaux du vernis externe, l'emballage peut être directement imprimé selon un procédé offset puis enduite d'une fine couche de vernis (couche transparente) pour la protection de l'impression.

Effets croisés : Une réfrigération de l'installation est nécessaire.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Ce procédé est normalement utilisé lorsque l'ajustement de l'impression sur le produit n'est pas possible, par exemple sur des surfaces circulaires. Utilisé par exemple pour les canettes de boissons, les capsules et les tubes en aluminium filé. Cette technique peut être appliquée à des produits d'emballages métalliques sélectionnés. Dans les nouvelles installations, les rouleaux de gravure sont utilisés pour l'application d'encre d'impression.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Cette technique est couramment appliquée.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [65, UKDEFRA, 2003] [76, TWG, 2004]

15.4.4.3 Lithographie offset sans eau pour la fabrication de tubes en aluminium filé

Description : Voir Section 2.4.1.6. La couche de fond durcie est cruciale pour le motif imprimé ultérieur, qui est appliqué par une machine de décoration polychrome selon un procédé offset sans eau.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les encres sont versées manuellement dans les rouleaux du réservoir et un système précis de rouleaux mesure précisément et séparément chaque couleur dans le rouleau applicateur. Généralement, une extraction des émanations est réalisée au niveau de la machine de décoration, lesquelles sont canalisées dans l'air après être passées par un épurateur caustique.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [65, UKDEFRA, 2003]

15.4.5 Traitement des gaz résiduels

15.4.5.1 Systèmes de filtre sec

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.6. Cette technique est couramment appliquée pour la fabrication des emballages EE deux pièces et la fabrication d'emballages métalliques basée sur la technique du margeage pour l'élimination des particules de revêtement.
[13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

15.4.5.2 Filtre électrostatique

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.7. Cette technique est couramment appliquée pour l'élimination des particules de revêtement. Les filtres électrostatiques ne sont pas utilisés dans l'industrie de la fabrication d'emballages.
[76, TWG, 2004]

15.4.5.3 Oxydation thermique

Pour une description générale, voir Section 20.11.4.2. Les émissions de COV peuvent être réduites efficacement par la post-combustion des gaz résiduels émanant des sècheurs utilisés dans les presses de revêtement et d'impression et dans d'autres activités d'impression. La récupération de chaleur peut être appliquée pour le chauffage de l'eau de rinçage du prétraitement et c'est une technique de pointe dans certaines industries.

Cette technique est couramment appliquée aux sècheurs. Cependant, elle est moins courante pour les applicateurs de revêtement et d'impression. Elle n'est généralement pas appliquée lorsque le schéma de réduction des solvants a abouti à une utilisation de matériaux à base d'eau. Cette technique est appliquée aux secteurs suivants :

- * fabrication d'emballages deux pièces embouties-étirées (EE)
- * fabrication d'emballages métalliques basée sur la technique du margeage
- * fabrication de tubes d'aluminium filé
- * fabrication de tonneaux.

[65, UKDEFRA, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

15.4.5.4 Oxydation catalytique

Pour une description générale, voir Section 20.11.4.6. L'utilisation de l'oxydation catalytique est en cours de développement.
[65, UKDEFRA, 2003]

15.4.5.5 Adsorption sur charbon actif

Pour une description générale, voir Section 20.11.6. Les roues d'adsorption peuvent être appliquées en tant que prétraitement à l'oxydation thermique. Appliquée dans le secteur de la fabrication des emballages EE deux pièces.
[13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

15.4.5.6 Traitement biologique

Pour une description générale, voir Section 20.11.8. L'utilisation du traitement biologique est en cours de développement.
[65, UKDEFRA, 2003]

15.4.6 Traitement des eaux usées

15.4.6.1 Flocculation/sédimentation

Pour une description générale, voir Sections 20.12.1 et 20.12.2. Cette technique est couramment appliquée aux eaux usées générées par un nettoyeur d'emballages. Elle est utilisée pour les emballages EE. Pour la production d'emballages en acier, une concentration d'étain déversé inférieure à 2 et allant jusqu'à 4 mg/l maximum a été rapportée.
[13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

15.4.6.2 Ultrafiltration et nanofiltration

Pour une description générale, voir Section 20.12.6. Cette technique peut s'appliquer aux eaux usées générées par les procédés de prétraitement des industries suivantes :

- * fabrication d'emballages deux pièces embouties-étirées (EE)
- * fabrication d'emballages métalliques basée sur la technique du margeage
- * fabrication de tubes en aluminium filé.

Elle n'est pas utilisée actuellement pour le traitement des eaux usées générées par les installations de fabrication de canettes.
[76, TWG, 2004]

16 REVÊTEMENT DES PIÈCES À TRAITER EN PLASTIQUE

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004, 171, May, 2006]

16.1 Généralités sur le revêtement des pièces à traiter en plastique

Une large diversité de produits modernes incorporent des pièces en plastique, bien que nombre d'entre elles soient utilisées avec la finition appropriée obtenue lors du procédé de moulage et ne requièrent pas de revêtement. En général, environ 75 % des peintures consommées par cette industrie sont appliquées aux pièces en plastique des véhicules. Il s'agit principalement des pare-chocs, des enjoliveurs et des volants. Les 25 % restants servent au revêtement des boîtiers de télévisions, de chaînes hi-fi et d'ordinateurs.

Les pièces en plastique enduites dans l'industrie automobile incluent les pièces enduites par le constructeur automobile (production de véhicules en chaîne ou dans des chaînes de revêtement séparées), ainsi que les pièces enduites par les fournisseurs de composants. Les pièces en plastique intégrées à la carrosserie des voitures doivent souvent être de la même couleur. De nos jours, le design des couleurs est de plus en plus important dans le secteur automobile, y compris la décoration intérieure. Par exemple, la couleur du volant doit s'accorder avec celle du tableau de bord ou de l'intérieur. Dans de nombreux cas, les carrosseries des voitures et les composants peuvent être enduits dans des installations différentes avec des appareils d'application et/ou des matériaux de revêtement différents et, par conséquent, le référencement des couleurs revêt une importance majeure.

Du fait de l'utilisation croissante de plastiques recyclables dans l'industrie des fournisseurs de composants de véhicules ces dernières années, l'utilisation de polyoléfines a aussi beaucoup augmenté. Ces matériaux sont non polaires et nécessitent une préparation de surface pour garantir l'adhérence nécessaire du revêtement.

Les plastiques présentent généralement certaines caractéristiques élémentaires, qui affectent le type de préparation de surface qui peut être appliquée, le type de revêtement qui peut être utilisé et le procédé utilisé pour l'appliquer. Certaines caractéristiques élémentaires des plastiques sont :

- * résistance aux contraintes mécaniques et thermiques
- * résistance chimique
- * non conducteur d'électricité
- * propriétés de mouillage et d'adhérence supplémentaires par rapport aux surfaces métalliques
- * possibilité de fuite ou de migration des ingrédients du plastique.

Les systèmes de revêtement doivent être choisis avec précaution en termes de teneur en solvants, car certains solvants agressifs peuvent entraîner des gonflements et un accroissement de la fragilité, créer des craquelures dans le plastique ou réduire la résistance d'adhérence du système de revêtement. Le revêtement doit aussi être plus élastique que le substrat afin de résister aux déformations.

16.2 Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des pièces à traiter en plastique

Généralement, dans le revêtement en série des pièces en plastique, trois points doivent être traités :

- * la préparation de la surface
- * le revêtement de la structure
- * le système de revêtement et la technique d'application utilisés.

Préparation de la surface

Le prétraitement de la surface peut être appliqué pour préparer la surface au revêtement, par exemple pour augmenter les propriétés d'adhérence de la surface (en particulier pour les applications des systèmes de revêtement à base d'eau), pour activer la surface, pour augmenter la conductivité électrique de la surface (par exemple pour l'utilisation d'appareils d'application assistés électrostatiquement) ou pour réduire les défauts de surface, par exemple ceux créés par les fuites d'ingrédients. Les prétraitements classiques sont les prétraitements chimiques dans des bains, le brûlage, les procédés plasma, la technique corona et la fluoration, qui offre les avantages d'un revêtement à une couche et permet aux pièces d'être stockées pendant des périodes plus longues avant d'être soumises à un procédé de revêtement ultérieur.

Structure du système de revêtement

En fonction des exigences spécifiques, deux, trois ou quatre couches de peinture peuvent être nécessaires. Une couche d'impression peut aussi être appliquée en premier en fonction du composite. Sur la surface des surfaces particulièrement difficiles comme le polypropylène, une couche primaire supplémentaire peut être nécessaire. Pour les PVC plastifiés ou la mousse tendre en PUR, une couche d'impression isolante ou inhibitrice est nécessaire pour éviter la migration du plastifiant. Pour lisser la rugosité de surface, une couche de remplissage élastique est appliquée. La couche de finition peut être à une ou deux couches, et est également élastique.

Système de revêtement et technique d'application utilisés

Le choix du système de revêtement et de la technique d'application dépend des besoins du produit fini. En Allemagne, on utilise principalement des systèmes à 1 et 2 composants à base de solvants basés sur le PUR et des peintures à 1 composant basées sur de la mélamine acrylique, bien que des systèmes à base d'eau, des systèmes de réticulation UV et des revêtements en poudre soient aussi utilisés.

Une pulvérisation par air sous haute pression est généralement utilisée pour les peintures humides. En fonction de la géométrie de la pièce à traiter, le rendement de l'application varie de 20 à 40 %. La méthode d'application de peinture haut volume, basse pression (HVBP) est aussi courante pour certaines applications, avec des facteurs de rendement d'application atteignables variant entre 25 et 50 %. L'utilisation de robots croît, car ils permettent d'obtenir une épaisseur de couche plus homogène par rapport à la peinture manuelle.

Les techniques d'application électrostatique sont aussi disponibles, mais jusqu'à présent elles n'ont été utilisées que pour des superstructures multicouches. Dans ce cas, une couche d'impression conductrice d'électricité est d'abord appliquée avec des pistolets de pulvérisation traditionnels, souvent suivie d'une couche de fond, également appliquée avec des pistolets traditionnels. L'application de la couche transparente peut être effectuée électrostatiquement (par exemple avec des cloches à rotation rapide). Les facteurs de rendement de l'application peuvent largement augmenter en utilisant des techniques électrostatiques, par exemple si des cloches à rotation rapide sont utilisées, on peut obtenir des facteurs de rendement d'application allant jusqu'à 85 %. Dans certains cas, un niveau maximum de seulement 50 à 65 % d'efficacité de transfert peut être obtenu (par exemple dans le cas de pièces complexes de certains procédés de l'industrie automobile, comme la faible conductivité des substrats des pièces en plastique). Cependant, la technique de revêtement électrostatique ne peut pas être utilisée pour les revêtements à 1 couche, car elle nécessite une pré-couche conductrice d'électricité.

En général, le séchage et le durcissement s'effectuent à une température maximale de 80 °C, du fait de la sensibilité à la chaleur du substrat. Cependant, dans certains cas, des zones de réchauffement pouvant atteindre des températures de 135 °C et des zones de prise pouvant atteindre des températures de 110 °C peuvent être obtenues. Pour certains plastiques, le durcissement par UV et le durcissement par faisceau d'électrons entraînent un jaunissement des couleurs pâles.

Les cabines de pulvérisation et les techniques suivantes sont utilisées :

- * cabine de pulvérisation simple
- * cabine de pulvérisation et sécheur
- * cabine de pulvérisation à séparation humide
- * cabine de pulvérisation à séparation sèche
- * techniques d'émulsion à l'eau dans les cabines de pulvérisation
- * cabine de pulvérisation avec recyclage par condensation de la surpulvérisation

16.2.1 Revêtement des pare-chocs

Un exemple de procédé simplifié de revêtement à base d'eau des pare-chocs est présenté à la Figure 16.1. Les pièces à traiter enduites sont des pâtes moulées en polyuréthane et des plastiques thermoplastiques.

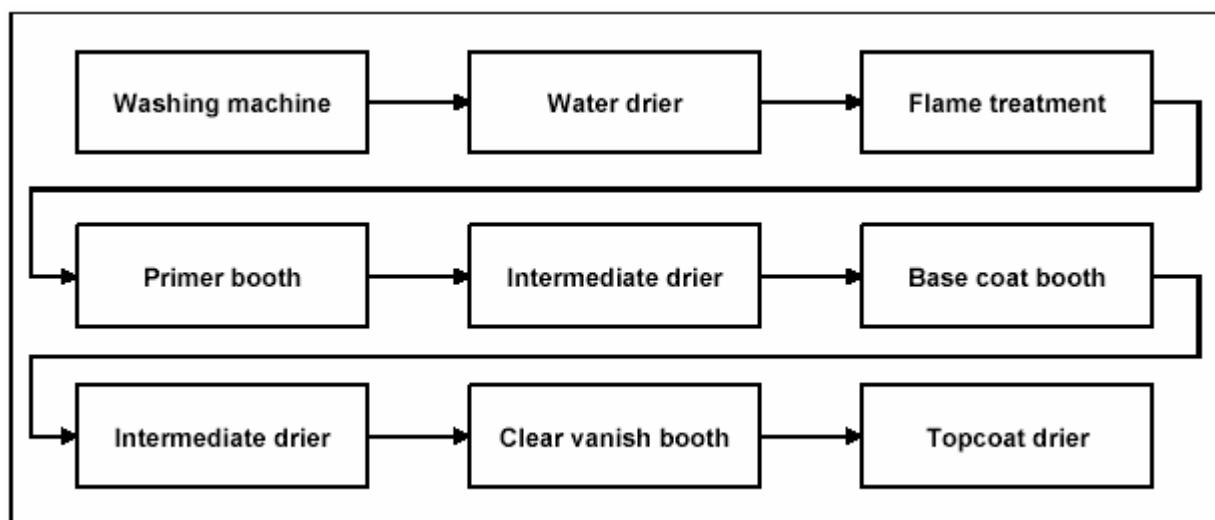


Figure 16.1 : Procédé de revêtement à base d'eau des pare-chocs

Préparation de la surface

Différentes techniques peuvent être utilisées pour la préparation de la surface. Le nettoyage par pulvérisation avec de l'eau est souvent effectué par automatisation, les pièces passant progressivement dans différentes zones, par exemple :

- * premier dégraissage avec un agent de nettoyage aqueux-alcalin
- * rinçage à l'eau
- * second dégraissage avec un agent de nettoyage aqueux-alcalin
- * rinçage à l'eau
- * rinçage final à l'eau désionisée

Le nettoyage par pulvérisation d'eau et de produits chimiques peut être évité pour les pare-chocs en polypropylène en essuyant manuellement le pare-choc avec des chiffons imprégnés de solvants. Dans une installation de référence, les pare-chocs sont nettoyés manuellement avec un mélange d'eau et d'alcool isopropylique (la proportion d'alcool isopropylique est de 5 % (m/m)) et sont ensuite séchés dans des sècheurs par convection.

Le rinçage en cascade est généralement utilisé, afin de réduire la consommation d'eau. Le déversement d'eau provenant des pièces peut être utilisé pour substituer les pertes par évaporation durant l'étape de dégraissage. L'eau désionisée peut aussi être recyclée. Ces mesures permettent une préparation de la surface en ne générant quasiment pas d'eaux usées (à l'exception des eaux usées générées par le vidage périodique des réservoirs de nettoyage). Après le procédé de nettoyage, les pièces sont transportées dans une unité de soufflage, séchage et refroidissement. Si un sécheur à condensation est utilisé, l'unité de refroidissement n'est pas nécessaire.

Après le séchage, les surfaces de la pièce à traiter sont généralement activées par brûlage ou par ionisation plasma. Les pièces en polyuréthane ne nécessitent aucune préparation supplémentaire.

Application du revêtement

En général, les pare-chocs sont enduits d'un revêtement à trois couches consistant en une couche d'impression, une couche de fond et une couche transparente. La peinture est appliquée par robots ou manuellement en utilisant une pulvérisation assistée électrostatiquement ou par pulvérisation avec des pistolets HVBP. Une couche primaire est d'abord appliquée aux pièces en plastique. La couche primaire peut être à base de solvants (par exemple couche de fond à 2 composants à base de solvants) ou à base d'eau. Il peut être nécessaire de sécher la couche primaire (par exemple avec un débit d'air circulant à 80 °C) avant l'application des couches suivantes. L'application de la couche de fond s'effectue avec la même technique que pour la couche d'impression. Lorsque la couche de fond utilise une peinture à extrait sec moyen, la proportion de solvants peut aller jusqu'à 70 %. Les couches de fond sont des systèmes de peinture à 1 composant, à base d'eau ou à base de solvants. Après l'application de peinture, une couche transparente à 2 composants à base de solvants traditionnelle est appliquée et évaporée. De plus, l'application humide sur humide peut aussi être utilisée, éliminant la nécessité de zones de séchage intermédiaires.

Après l'évaporation, les couches de peinture sont séchées dans le sécheur. L'air évacué chargé de solvants provenant des zones de pré-séchage et des sècheurs est capté et passe par une unité de traitement thermique. Le facteur de rendement obtenu peut être de 95 à 99 % (en fonction de la charge de l'unité de combustion). Par exemple, une concentration de 277 mg de C/m³ dans les gaz résiduaires bruts est réduite à 25 mg de C/m³ dans le gaz propre. Le nettoyage de la surpulvérisation s'effectue par déposition humide. Le Tableau 16.1 ci-dessous présente les proportions de solvants des différents systèmes de revêtement.

Structure et systèmes de revêtement	Proportion de solvants (% (m/m))
Couche d'impression	
* à base de solvants	40 – 55
* à base d'eau	15
Couche de fond	
* à base de solvants	50
* à base d'eau	15
Couche transparente	
* à base de solvants	50
* à base d'eau	30

Tableau 16.1 : Proportions de solvants dans différents systèmes de revêtement utilisés pour le revêtement des pare-chocs

16.2.2 Revêtement des enjoliveurs

Le système de revêtement des enjoliveurs est caractérisé par deux couches. On applique d'abord une couche de fond métallique à base d'eau ou traditionnelle, puis une couche transparente traditionnelle à 2 composants à base de solvants ou une couche transparente UV. Les exigences du revêtement sont les suivantes : résistance à la rayure, résistance à l'eau et résistance aux éclats de pierre, ainsi qu'une haute qualité de surface. Le revêtement est réalisé par automatisation.

La Figure 16.2 ci-dessous illustre la procédure de revêtement des enjoliveurs avec des peintures à base de solvants.

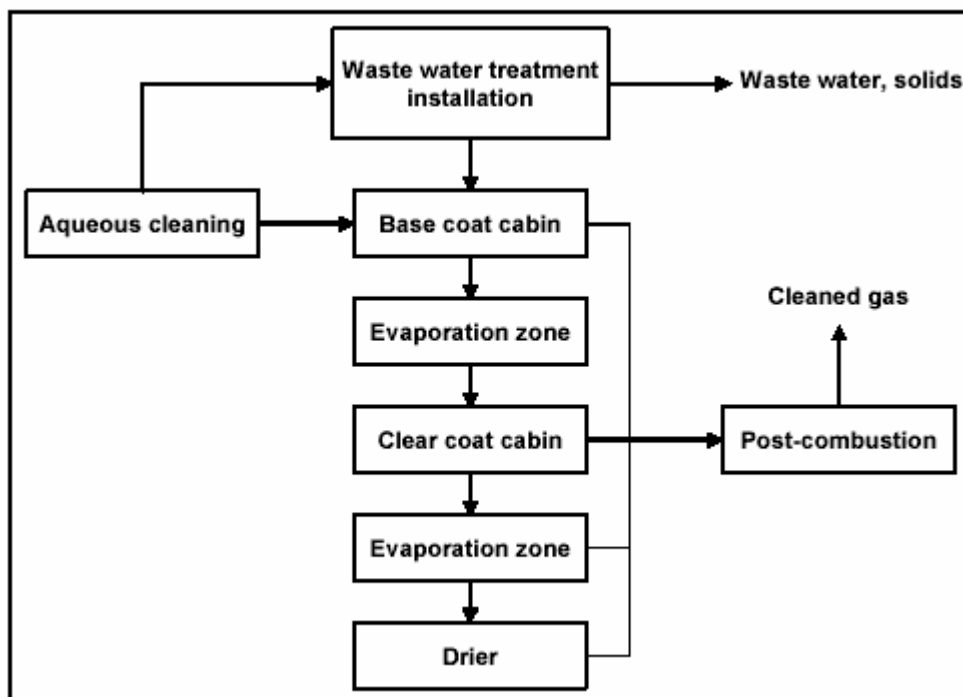


Figure 16.2 : Flux de production du revêtement des enjoliveurs avec un système de revêtement traditionnel

Le Tableau 16.2 ci-dessous compare les différents systèmes utilisés.

Structure et systèmes de revêtement	Teneur en solvants (% en masse)
Couche de fond	
* à base de solvants	75
* diluable à l'eau	10
Couche transparente	
* à base de solvants	50
* durcissement UV	10
* diluable à l'eau	16

Tableau 16.2 : Comparaison des proportions de solvants utilisées dans les systèmes de revêtement appliqués pour le revêtement des enjoliveurs

16.2.3 Revêtement des volants

Pour les volants, le revêtement doit garantir des propriétés comme la résistance au rayonnement solaire, aux agents de nettoyage ou à la sueur des mains. À présent, les volants sont généralement enduits grâce à une technique dite « en moule ». Pour cette technique, un agent de démoulage est appliqué au moule chauffé et le revêtement en moule est pulvérisé sur l'agent de démoulage. De cette façon, la proportion de surpulvérisation et par conséquent la perte de matériau est comparativement faible, environ 20 %. Après un court temps d'évaporation, les composants en PUR mélangés sont versés. Lors du procédé de mousse dans le moule fermé, le matériau crée une forte connexion avec le revêtement. Le revêtement appliqué doit être compatible avec l'agent de démoulage du moule et avec le système en polyuréthane utilisé. Jusqu'à présent, des systèmes de revêtement à 1 et 2 composants à base de solvants ont été utilisés.

16.2.4 Revêtement des réflecteurs

Les réflecteurs requièrent une surface extrêmement lisse et homogène. La structure du revêtement est à une couche.

16.2.5 Revêtement pour la production de boîtiers de télévisions, de chaînes hi-fi et d'ordinateurs

De nos jours, la tendance dans le secteur de l'audio et de la vidéo est à des produits plus colorés et même à des demandes individuelles du client concernant le design de couleur. Les exigences de qualité du revêtement des boîtiers incluent la résistance aux alcools, aux graisses de la peau, etc., la résistance à la rayure et à l'abrasion et de bonnes propriétés optiques de surface. La technique de pointe consiste à appliquer en série des revêtements à base d'eau, bien que les systèmes de revêtement à base de solvants soient encore largement utilisés. Un rendement d'application de 45 % peut être obtenu pour le revêtement des boîtiers de télévisions, le revêtement étant effectué par automatisation.

16.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des pièces à traiter en plastique

Du fait de la large gamme couverte par ce chapitre, il est impossible de donner plus de détails sur les consommations et les niveaux d'émissions. Ils dépendront :

- * du type de procédés appliqués
- * des traitements au point de rejet appliqués
- * des produits
- * du volume de production.

Cette industrie entre dans la catégorie « autres revêtements » dans la DES [123, EC, 1999] (voir Annexe 24.6).

Le Chapitre 20 donne des informations générales ainsi que les techniques correspondantes.

16.3.1 Bilans massiques

Aucune donnée fournie.

16.3.2 Consommations

16.3.2.1 Matériaux

Il est difficile d'obtenir des données sur la consommation de peinture en g/m² du fait (i) des différentes géométries des pièces à traiter et (ii) car il ne s'agit pas de la façon habituelle d'exprimer l'application de peinture et de solvants dans cette industrie. (Il faudrait exprimer cette consommation en g/m² de surface peinte et non de surface enduite par électrodéposition comme pour les véhicules, voir Annexe 24.5). Il est plus courant de l'exprimer en kg de COV/kg de ressources solides (voir Annexe 24.2).

Revêtement des pare-chocs

Dans une installation de référence en Allemagne (Volkswagen, Wolfsburg), en 2002 [171, May, 2006] :

- * environ 1 million de pare-chocs ont été peints
- * l'aire de la surface (coté externe uniquement) varie entre 0,9 et 1,5 m²
- * le substrat est en polypropylène avec modification EPDM
- * système de revêtement à trois couches avec une couche primaire, une couche de fond et une couche transparente
- * pulvérisation à air comprimé des matériaux de revêtement par pistolets de pulvérisation montés sur des robots
- * four de séchage après application de la couche primaire et de la couche transparente, procédé humide sur humide pour la couche de fond et la couche transparente.

Les chiffres de consommation des solvants du Tableau 16.3 se rapportent à un système de revêtement mixte avec une couche primaire à base de solvants, une couche de fond à base d'eau et une couche transparente à base de solvants. La quantité de solvants utilisée peut augmenter de 20 % lorsqu'une peinture à extrait sec moyen est utilisée. Si un système complet à base de solvants était appliqué, la consommation de solvants serait de 550 t/an. La consommation d'extrait sec de peinture serait de 207 t/an. Les émissions de COV selon l'EVABAT varient entre 51,75 et 72,45 t/an. Les émissions varient de 0,25 à 0,35 kg de COV/kg d'extraits secs de peinture.

Système de revêtement	Solvants utilisés* (t)	Total des solvants utilisés
Couche d'impression (à base de solvants)	125	
Couche de fond (à base d'eau)	31	
Couche transparente (à base de solvants)	84	
Total des solvants dans la peinture		240
Diluant de rinçage de la couche d'impression	61	
Diluant de rinçage de la couche de fond	9	
Diluant de rinçage de la couche transparente	41	
Total des diluants de rinçage		111
Total des solvants utilisés		351
Note : * Il a été rapporté que la quantité de solvants utilisée peut augmenter de 20 % lorsqu'une peinture à extrait sec moyen est utilisée. Si un système complet à base de solvants était appliqué, la consommation de solvants serait de 550 t/an.		

Tableau 16.3 : Utilisation de COV en 2000
[76, TWG, 2004]

Revêtement des porte-bagages des cabines de camions et autres pièces en plastique pour véhicules commerciaux

Un atelier de revêtement pour travail à façon en Allemagne rapporte les données suivantes [171, May, 2006] :

- * revêtement d'environ 30 000 porte-bagages de cabines de camions et d'ensembles complets de pièces en plastique par an
- * aire de la surface (coté externe uniquement) comprise entre 6 et 11 m² par porte-bagages
- * substrat principalement en polyester SMC renforcé à la fibre.

La combinaison des techniques utilisées est :

- * principalement des systèmes de revêtement avec un d'apprêt d'impression et une couche de finition de couleur unie

- * atomisation des matériaux de revêtement par des cloches à rotation rapide montées sur des robots, assistées par façonnage par air, mais sans chargement électrostatique
- * four de séchage après le procédé de revêtement de surface humide sur humide pour l'apprêt d'impression et la couche de finition à base de solvants.

Dans le cas de systèmes à extrait sec moyen traditionnels, la consommation de solvants était d'environ 400 t/an, et la consommation d'extraits secs de peinture était (en 2005) de 253 t/an.

Du fait d'exigences techniques spécifiques (c'est-à-dire la couverture des défauts du substrat, les spécifications du client, le procédé humide sur humide), les professionnels du revêtement des pièces à traiter en plastique préfèrent continuer à utiliser des matériaux de revêtement à base de solvants. Dans le domaine des camions et des véhicules commerciaux, plus de 95 % des objets sont enduits de couches de finition à 1 couche au lieu d'une couche de fond/couche transparente. La gamme de couleurs se situe généralement au-delà de 600, du fait des combinaisons de couleurs à respecter pour les flottes de véhicules. Cela conduit à un nombre très élevé de changements de couleur, qui obligent à vidanger des tuyaux d'approvisionnement des robots de 5 à 7 m de long. Par conséquent, de grandes quantités de liquides de purge sont utilisées (et récupérées).

Peinture	Consommation kg/an	COV %	COV kg/an	Produits non volatils %	Produits non volatils kg/an
Mastic plastique pour carrosserie	1 000	8,5	85	91,5	915
Ponçage de la couche primaire	3 900	29,5	1 150	70,5	2 750
Apprêt d'impression	88 000	32,4	28 512	67,6	59 488
Couche de finition	133 000	42,2	56 126	57,8	76 874
Additif élastique	4 100	22,3	914	77,7	3 186
Couche de fond	5 050	77,3	3 904	22,7	1 146
Couche transparente	10 400	54,0	5 616	46,0	4 784
Durcisseur	66 300	54,5	36 134	45,5	30 166
Diluant	28 600	100	28 600	0	0
Produits spéciaux	275	46,3	127	53,7	148
Solvant de purge	137 000	100	137 000	0	0
Couche de finition de structure	22 000	42,0	9 240	58,0	12 760
Poudre	2 000	0	0	100	2 000
Total	501 625	307 408			194 217

Tableau 16.4 : Décomposition des matériaux à COV traditionnels

L'option pour atteindre des émissions de COV faibles serait l'introduction de matériaux de revêtement à haut extrait sec et à très haut extrait sec et d'un liquide de purge adapté (voir Tableau 16.5). Cela donnerait une valeur d'émission de 0,29 kg de COV/kg d'extrait sec de peinture.

Les matériaux à faible émission sont :

- * apprêt d'impression humide sur humide à très haut extrait sec
- * couches de finition à haut extrait sec
- * liquide de purge à faible COV (70 % de matériaux organiques non classifiés en tant que COV)
- * produits supplémentaires à faibles émissions (voir Tableau 16.5).

Matériau de revêtement	Consommation kg	Teneur en solvants %	Teneur en solvants kg	Teneur en extrait sec %	Teneur en extrait sec kg
Mastic plastique pour carrosserie	600	8,5	51	91,5	549
Couche primaire humide sur humide	98 985	15	15 343	84,5	83 642
Ponçage de la couche primaire	4 260	29,5	1 257	70,5	3 003
Apprêt d'impression	140	56,7	79	43,3	61
Couche de finition	150 955	28,4	42 871	71,6	108 084
Durcisseur	49 507	25	12 376	75	37 130
Additif	624	22,3	139	77,7	485
Couche transparente	11 027	37	4 080	63	6 947
Couche de fond	5 226	9,5	496	23,7	1 239
Diluant	27 618	100	27 618	0	0
Couche structurée	17 022	8	27 618	54	9 192
Durcisseur	2 635	5	133	95	2 505
Produits spéciaux	255	46,3	118	53,7	137
Liquide de purge	106 311	30	31 893	0	0
Total	475 165		137 815		252 974
Récupération	197 185	33	65 071		
Émissions totales de COV			72 744		

Tableau 16.5 : Décomposition des matériaux à faible COV pour obtenir de faibles émissions de COV

16.3.2.2 Eau

Aucune donnée fournie.

16.3.2.3 Énergie

Aucune donnée fournie.

16.3.3 Émissions

Le revêtement des plastiques est une des activités classées dans l'application industrielle des peintures (voir Chapitre 13). Ce groupe d'activités émet des COVNM provenant de l'utilisation de peintures contenant des solvants, des diluants et des solvants de nettoyage. Les émissions de COVNM de ce secteur peuvent varier de façon significative d'un pays à l'autre. Au niveau de l'UE-25 pour l'année 2000 (selon le modèle RAINS), les émissions de COVNM s'élevaient à 543,8 kt, soit 5,9 % des émissions totales de COVNM. L'activité totale correspondait à 1 601 kt de peintures utilisées, et le facteur d'émission moyen s'élevait à environ 339,6 g de COVNM/kg de peinture consommée, ce qui signifie que les émissions générées par ce secteur sont déjà partiellement traitées dans l'UE-25 (les facteurs d'émissions non traitées varient entre 690 et 750 g/kg de peinture en fonction du sous-secteur) [142, EGTEI, 2005].

16.3.3.1 Émissions dans l'air

Revêtement des pare-chocs

Les ateliers de peinture des pare-chocs sont plus petits que ceux des voitures et utilisent par conséquent moins de peinture.

La Figure 16.3 présente la destinée des solvants émis dans l'air.

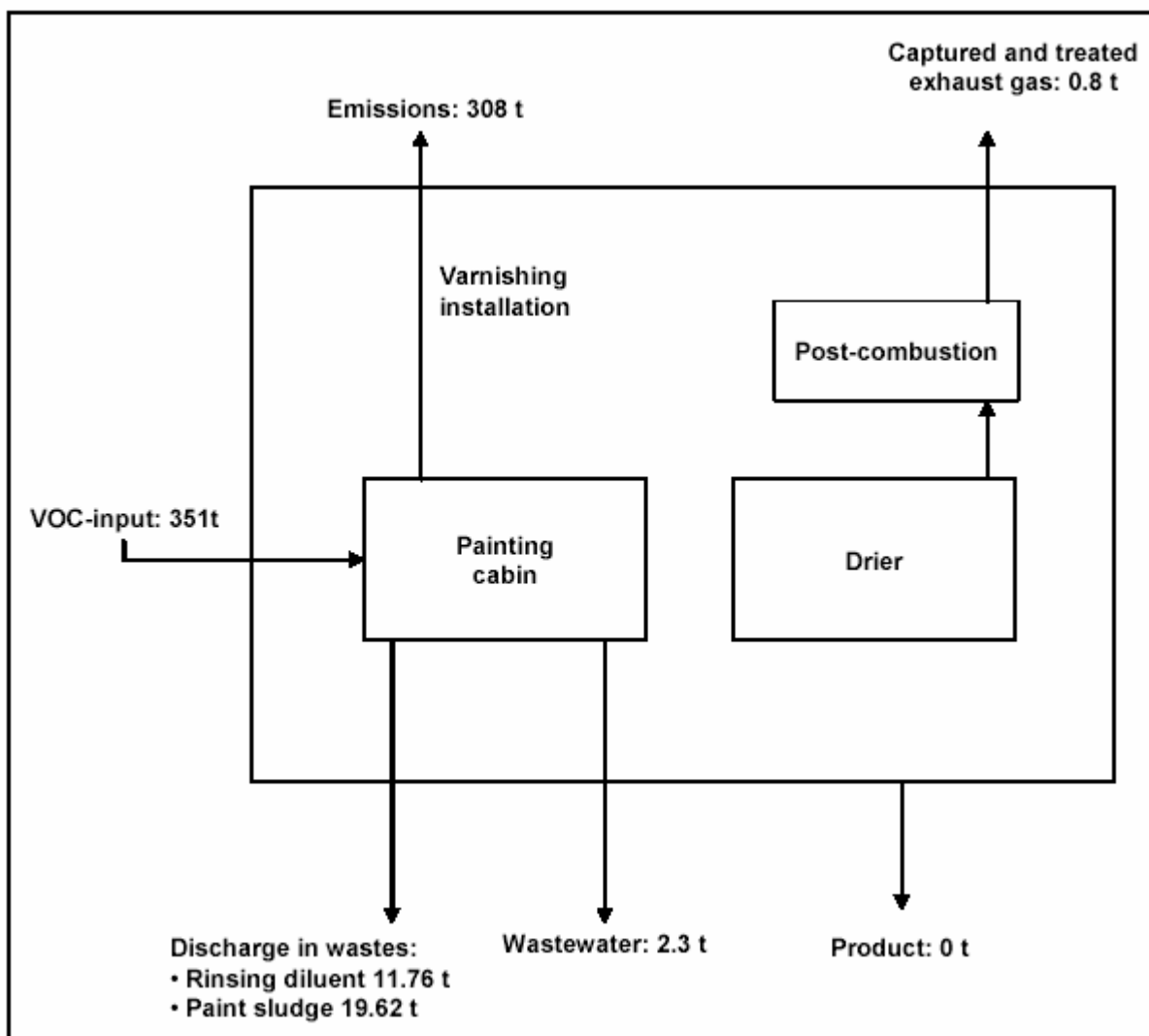


Figure 16.3 : Destinée des ressources en COV dans une installation de pare-chocs de voitures (2000, Volkswagen, Wolfsburg, Allemagne)

Revêtement des enjoliveurs

L'air évacué des cabines de pulvérisation, des sècheurs et des zones d'évaporation est entraîné vers une unité de post-combustion, et on obtient une concentration de gaz propre de 20 mg de C/m³. Le procédé de nettoyage est réalisé avec des nettoyeurs aqueux-alcalins.

16.3.3.2 Émissions dans l'eau

Les particules de peintures sont éliminées par des systèmes d'épurateur humide. Ces systèmes fonctionnent en circuit fermé et ils sont vidés et remplis d'eau douce une à deux fois par an. Les eaux usées générées par le revêtement des pare-chocs sont présentées à la Figure 16.3.

16.3.3.3 Déchets

Les déchets générés par le revêtement des pare-chocs sont présentés à la Figure 16.3.

16.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la peinture en série des pièces à traiter en plastique

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer à la peinture en série des pièces à traiter en plastique. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques peuvent aussi être applicables à la peinture en série des pièces à traiter en plastique. Le Tableau 16.6 présente les techniques générales applicables à la peinture en série des pièces à traiter en plastique qui sont décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette

industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 16.6 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

Le document de synthèse EGTEI relatif à l'application industrielle des peintures (voir Annexe 24.1.1) donne des informations sur la rentabilité au niveau européen de certaines techniques de réduction des émissions de COV. Néanmoins, l'approche de l'EGTEI doit nécessairement limiter sa complexité et seules les principales techniques sont fournies, sans prendre en compte les autres facteurs MTD, comme les effets croisés ou les caractéristiques techniques des installations et des produits individuels. [142, EGTEI, 2005]

16.4.1 Réduction maximale de la consommation de matières premières

Description : Certaines techniques de réduction de la quantité de déchets produite par le procédé de peinture sont :

- * l'optimisation du procédé de peinture, incluant l'automatisation (voir Section 20.2.5)
- * la déshydratation des résidus de peinture
- * le recyclage des résidus de peinture ou de l'émulsion d'eau.

Avantages pour l'environnement : Réduction de la quantité de déchets (par exemple de la surpulvérisation) générés par le procédé.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Revêtement des pare-chocs.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Volkswagen, Wolfsburg, Allemagne.

Littérature de référence : [106, ACEA, 2005]

16.4.1.1 Peinture par lots/regroupement de couleurs

Pour une description générale, voir Section 20.6.3.6. Cette technique est couramment appliquée pour le revêtement des pare-chocs.

Le regroupement de couleurs peut réduire la consommation de matériaux de revêtement et de diluants de rinçage. De plus, le diluant de rinçage peut être capté et réutilisé. Environ 66 tonnes de diluant de rinçage peuvent ainsi être économisées par an, avec une proportion de recapture de 90 %.
[13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.1.2 Systèmes de nettoyage par piston racleur

Pour une description générale, voir Section 20.6.3.7. Cette technique est couramment appliquée dans les systèmes automatisés.
[13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.1.3 Augmentation du nombre de cloches à rotation rapide

Description : Pour augmenter davantage le rendement de l'application pour les couches primaires et les couches de fond diluables à l'eau, un nombre croissant de cloches à rotation rapide est utilisé dans les techniques d'application automatisée. Les circuits fermés d'appareils de raclage nettoyables sont utilisés dans les installations disposant de techniques d'application automatisée afin de réduire au maximum les restes de peinture et les pertes du rinçage.

Avantages pour l'environnement : Baisse de la quantité de déchets générés.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Pour les couches de fond, des revêtements à base d'eau sont déjà appliqués. S'applique au revêtement des pare-chocs.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.2 Gestion de l'eau

Description : Voir Section 20.7.5. Certaines techniques à prendre en considération sont la réduction maximale du déversement des réservoirs des cabines de pulvérisation, pour réduire la consommation d'eau et les déversements d'effluents en minimisant l'accumulation de résidus de peinture. L'optimisation de l'efficacité de transfert réduit aussi la nécessité de renouveler l'eau. Les eaux usées peuvent être traitées dans une station d'épuration.

Avantages pour l'environnement : Les techniques ci-dessus peuvent atteindre les niveaux d'émissions présentés dans le Tableau 16.7.

Paramètre des eaux usées	Concentration (mg/l)
Matières en suspension	< 1 000
DBO	< 100
DCO	< 2500

Tableau 16.7 : Niveaux d'émissions des eaux usées générées par le revêtement des pièces à traiter en plastique

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Revêtement des pare-chocs.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [106, ACEA, 2005]

16.4.3 Matériaux traditionnels à base de solvants

Description : Voir Section 20.7.2.1. Les systèmes de revêtement à base de solvants sont appliqués à la couche d'impression et à la couche de fond, bien qu'ils soient généralement appliqués à la couche transparente.

Avantages pour l'environnement : Par rapport aux systèmes à base d'eau, moins d'énergie est nécessaire pour le séchage.

Effets croisés : Les matériaux à base de solvants génèrent des COV durant le séchage qui, dans de nombreux cas, doivent être réduits.

Données d'exploitation : Les peintures à base de solvants ont un temps de séchage plus court et donc une capacité de production plus élevée peut être obtenue.

Applicabilité : Les volants sont souvent exclusivement enduits de systèmes de revêtement à 1 et 2 composants à base de solvants par la technique dite « en moule ».

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Les courts temps de séchage constituent l'un des atouts majeurs de la technique à base de solvants. La réduction des COV est généralement requise pour respecter les exigences juridiques nationales.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

16.4.4 Remplacement des matériaux à base de solvants (substitution)

16.4.4.1 Peintures à base d'eau

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.3. Les systèmes de revêtement à base d'eau peuvent être appliqués aux couches d'impression, aux couches de fond et parfois aux couches transparentes. Les systèmes de peintures à base d'eau suivants sont couramment appliqués :

- * dispersion de résine acrylique à 1 composant : teneur en solvants organiques de 5 % (m/m)
- * système PUR à 2 composants : teneur en solvants organiques de 10 à 15 % (m/m)
- * résine époxy à 2 composants : teneur en solvants organiques de 5 % (m/m)

Avantages pour l'environnement : La quantité de solvants utilisés peut être réduite jusqu'à 48 % par l'utilisation de couches de fond à base d'eau et les émissions de solvants peuvent donc aussi être réduites par conséquent dans le cas des revêtements de pare-chocs.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Dans l'industrie des fournisseurs de composants de véhicules, les peintures à base d'eau sont déjà utilisées comme couches de remplissage et couches de fond sur des pare-chocs et des enjoliveurs, par exemple. Les peintures à base d'eau peuvent mener à des contraintes mécaniques sur les caractéristiques physiques du plastique. Pour la peinture des boîtiers de télévisions, de chaînes hi-fi et d'ordinateurs, l'utilisation en série de revêtements à base d'eau est couramment appliquée. Pour les volants, les systèmes de revêtement en moule à base d'eau sont actuellement en phase de test. Les premiers résultats indiquent que des temps de séchage légèrement plus longs seront nécessaires par rapport aux systèmes traditionnels et que, par conséquent, l'intégration à des procédés existants devrait être possible.

La question en suspens concerne l'introduction d'une couche transparente à base d'eau (teneur en extrait sec de 50 %, teneur en solvants organiques de 13 %). Des produits ont été formulés et testés, mais ils ne sont pas encore approuvés et commercialisés. Cela pourrait conduire, par exemple, à une réduction supplémentaire de 50 t/an des émissions de COV dans l'installation de référence de la Section 16.3.3.1. Les premières homologations devraient avoir lieu en 2007.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004, 171, May, 2006]

16.4.4.2 Revêtement en poudre – séchage traditionnel

Description : Voir Section 20.7.2.6. Les revêtements en poudre avec séchage par convection traditionnel ne sont actuellement pas beaucoup appliqués du fait du manque de conductivité électrique et de la sensibilité thermique des plastiques. Ils sont appliqués uniquement à de petits lots pour le revêtement de petites pièces, comme les pièces composites en métal et en plastique des radiateurs de voitures.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les développements des revêtements en poudre à durcissement thermique à faible température semblent prometteurs.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.4.3 Peintures à durcissement par rayonnement

Description : Voir Section 20.7.2.5. Les revêtements à durcissement par UV sont appliqués aux couches transparentes, sur les enjoliveurs par exemple, et contiennent 10 % (m/m) de solvants organiques. Une technique progressive est l'application automatisée de revêtements à durcissement par UV sur les réflecteurs ; le système de revêtement contient environ 5 à 10 % (m/m) de solvants organiques. Une autre application industrielle relativement récente des poudres à durcissement par UV concerne le revêtement des carreaux de sol en PVC.

Avantages pour l'environnement : Les peintures à durcissement par rayonnement à base d'eau et sans solvants ne génèrent pas d'émissions de COV.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Les peintures à durcissement par UV peuvent être appliquées grâce à plusieurs techniques, comme le revêtement à la brosse, au rouleau, par coulée, par pulvérisation et sous vide.

Applicabilité : Ces peintures peuvent s'appliquer à toutes les couches de peinture.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.4.4 Revêtement à une couche après fluoration

Description : Si le prétraitement de la surface en plastique est réalisé en utilisant une préparation au fluor, la couche de remplissage est en partie inutile car cette technique crée déjà une surface homogène quelle que soit la géométrie de la pièce à traiter.

Un autre avantage de la fluoration est que les pièces fluorées peuvent être stockées pendant de longues périodes avant de subir le procédé de peinture suivant.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV et de la consommation de matériaux de revêtement.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.5 Techniques et équipements d'application de peinture

16.4.5.1 Peinture en moule

Description : Cette technique s'applique aux volants qui sont composés de matériaux PUR à 2 composants versés dans un moule. La production et la peinture du volant sont réalisées simultanément. Pour le revêtement du volant, un agent de démoulage est appliqué au moule chauffé et le matériau de revêtement est pulvérisé sur l'agent de démoulage. Après un court temps d'évaporation, le matériau PUR du volant est versé dans le moule et le moule est fermé. Le procédé de moussage du PUR commence et le matériau de revêtement adhère au PUR en même temps.

Jusqu'à présent, seuls des matériaux de revêtement à base de solvants ont été appliqués car les systèmes de revêtement en moule à base d'eau sont actuellement en phase de test.

Avantages pour l'environnement : La proportion de surpulvérisation et, par conséquent, la perte de matériau, représente environ 20 % des ressources utilisées.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.5.2 Pistolage traditionnel à haute et à basse pression

Description : Voir Section 20.7.3.8. Généralement, la pulvérisation à air sous pression avec la méthode sous haute pression est utilisée pour le traitement des peintures humides.

Avantages pour l'environnement : En fonction de la géométrie de la pièce à traiter, le facteur de rendement de l'application de peinture peut varier de 20 à 40 %.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.5.3 Pistolage haut volume, basse pression (HVBP)

Description : Voir Section 20.7.3.9.

Avantages pour l'environnement : En fonction de la géométrie de la pièce à traiter, le facteur de rendement de l'application de peinture peut varier de 25 à 50 %.

Données d'exploitation : L'utilisation de robots de peinture croît, car ils permettent, en particulier avec cette technique, d'obtenir une épaisseur de couche plus homogène par rapport à la peinture manuelle.

Applicabilité : Cette technique est courante pour certaines applications.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.5.4 Cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement

Description : Voir Section 20.7.3.15.

Avantages pour l'environnement : On peut obtenir des rendements d'application de plus de 85 %.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Jusqu'à présent, les techniques de revêtement électrostatique n'ont pas pu être utilisées pour les revêtements à une couche, car il n'est possible d'utiliser cette méthode que pour des pré-couches conductrices d'électricité. Les couches transparentes sont couramment appliquées en utilisant des cloches à rotation rapide.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.5.5 Pistolage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement

Description : Voir Section 20.7.3.17. Généralement, une couche d'impression conductrice d'électricité est d'abord appliquée avec un pistolet de pulvérisation traditionnel. Ensuite, la couche de fond est également souvent appliquée avec des pistolets traditionnels, par exemple le revêtement des pare-chocs est effectué automatiquement et manuellement par pulvérisation assistée électrostatiquement ou avec des pistolets HVBP.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Jusqu'à présent, cette technique a été exclusivement utilisée pour les superstructures à couches multiples. Les recherches actuelles sur cette application ont montré que la peinture électrostatique des pièces en plastique était en partie possible dans des conditions de production sans étapes supplémentaires et sans application de matériaux de peinture conducteurs d'électricité. Cette étude a mis en avant une réduction potentielle de la consommation de peinture et de l'utilisation de solvant de 40 à 55 %.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

16.4.5.6 Application de revêtements en poudre – pistolage assisté électrostatiquement

Description : Voir Section 20.7.3.18. Les revêtements en poudre peuvent être appliqués avec toutes les techniques courantes d'application par pulvérisation. Cependant, les meilleurs résultats sont obtenus par pistolage assisté électrostatiquement.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.6 Séchage

16.4.6.1 Séchage par convection

Description : Voir Section 20.8.1.1. Après le procédé de nettoyage, les pièces sont transportées dans une unité de soufflage, de séchage et de refroidissement. Les sècheurs par convection sont partiellement utilisés pour l'élimination de l'eau retenue. Si un sècheur par convection est utilisé, l'unité de refroidissement est inutile.

Avantages pour l'environnement : Environ 25 % de l'énergie fournie peut être économisée par rapport à des sècheurs traditionnels, car il n'est pas nécessaire d'utiliser de zone de refroidissement fortement consommatrice d'énergie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les sècheurs par convection sont couramment appliqués pour le revêtement des pare-chocs en plastique.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.6.2 Durcissement par rayonnement ultraviolet (UV)

Description : Voir Section 20.8.2.3. En général, le séchage et le durcissement s'effectuent à une température maximale de 80 °C, du fait de la sensibilité du substrat à la chaleur. L'une des techniques utilisées est l'application automatisée de systèmes de revêtement à durcissement par UV (contenant une proportion de solvant d'environ 5 à 10 % (m/m)).

Avantages pour l'environnement : Avec cette technique, les émissions de solvant sont réduites de façon significative par rapport aux systèmes de revêtement traditionnels qui contiennent des proportions de solvants pouvant aller jusqu'à 70 % (m/m). Le procédé de revêtement est accéléré et la qualité est améliorée (résistance à la rayure, opacité élevée). Du fait du procédé de durcissement rapide et des contraintes de température durant le procédé de revêtement, des économies d'énergie et d'espace sont réalisées.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Pour certains plastiques, le durcissement par UV peut provoquer un jaunissement des couleurs pâles.

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée. La technique s'applique, par exemple, au revêtement des réflecteurs.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.6.3 Durcissement par faisceau d'électrons

Description : Voir Section 20.8.2.4. En général, le séchage et le durcissement s'effectuent à une température maximale de 80 °C, du fait de la sensibilité du substrat à la chaleur.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Pour certains plastiques, le durcissement par faisceau d'électrons peut provoquer un jaunissement des couleurs pâles.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Du fait de coûts d'investissement élevés, cette technique n'est actuellement appliquée qu'à des débits de surface élevés.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.6.4 Utilisation de sècheurs à condensation

Description : Les sècheurs à condensation peuvent être utilisés pour le séchage des couches des systèmes de revêtement à base d'eau.

Avantages pour l'environnement : Environ 25 % de l'énergie fournie peut être économisée par rapport à des sècheurs traditionnels, car il n'est pas nécessaire d'utiliser de zone de refroidissement. Si l'eau désionisée circule en circuit fermé, la génération d'eaux usées peut être évitée dans la section de nettoyage. La consommation d'eau douce peut aussi être réduite en utilisant des flux en cascade.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.7 Traitement des gaz résiduels

16.4.7.1 Filtre électrostatique

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.7. L'ultrafiltration et la nanofiltration sont toutes les deux utilisées. Cependant, aucune information n'a été communiquée sur la façon dont les gaz résiduels sont traités.

[13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.7.2 Séparation de particules Venturi

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.5. Des cabines de pulvérisation à séparation humide sont utilisées. Cependant, aucune information n'a été communiquée sur la façon dont les eaux usées et les gaz résiduels sont traités.

[13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.7.3 Épurateur

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.8. Des cabines de pulvérisation à séparation à sec sont utilisées. Cependant, aucune information n'a été communiquée sur la façon dont les gaz résiduels sont traités.

[13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.7.4 Traitement des gaz résiduels émanant des cabines de peinture

Description : Les gaz résiduels émanant des cabines de peinture peuvent être captés et traités. Une réduction efficace des émissions de COV peut être obtenue par la capture et le traitement des flux de gaz résiduels émanant des cabines de peinture (voir Section 20.11.2.1).

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV.

Effets croisés : Le système est relativement inefficace du fait des volumes d'air importants qui doivent être traités et de la concentration de COV relativement faible, en particulier pour les applications manuelles où des volumes d'air importants sont requis pour la sécurité sur le lieu de travail.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Technique rapportée comme étant coûteuse du fait de la nécessité de collecter les gaz résiduels et d'utiliser de l'énergie lors de l'extraction et probablement aussi pour alimenter la combustion.

Moteurs de la mise en œuvre : DES et autres législations. Les limites d'émissions dans certains États membres peuvent être atteintes sans réaliser de traitement des gaz résiduels.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

16.4.7.5 Concentration et recirculation des gaz résiduels émanant des cabines de peinture

Description : Certains fabricants de pièces à traiter en plastique préfèrent continuer à utiliser des matériaux de revêtement à base de solvants, en raison d'exigences techniques spécifiques (à savoir, caractéristiques des substrats en plastique, spécifications du client, souplesse d'utilisation, possibilité d'utiliser des procédés humide sur humide).

Pour faciliter l'obtention de faibles émissions de solvants, l'industrie du revêtement en plastique concentre les flux de gaz résiduels de façon externe au moyen d'adsorbants rotatifs (voir Section 20.11.3.2). Elle utilise également une recirculation interne dans les cabines de pulvérisation avec application automatique de la peinture.

L'air évacué de la cabine de pulvérisation (généralement de 40 000 à 80 000 m³/h) est recirculé après filtration intense (généralement un épurateur humide de Venturi plus une étape de filtration supplémentaire) pour obtenir des concentrations de particules inférieures à 0,1 mg/m³ dans le but d'éviter des défauts de surface optiques sur les pièces à traiter. En réchauffant les évacuations à la sortie de l'épurateur humide, des conditions climatiques stables (environ 70 % d'humidité relative) peuvent être obtenues. En obtenant 90 à 95 % de recirculation des volumes d'air, la concentration en solvants dans les cabines de pulvérisation est multipliée par 10 ou 20 (elle passe généralement de 250 mg/m³ à 2,5 g/m³). La concentration de solvants doit alors être contrôlée pour des raisons de sécurité (pour rester suffisamment en-dessous des limites inférieures d'explosivité) et pour des raisons techniques (l'influence sur l'évaporation des solvants des pièces à traiter). Entre 5 et 10 % des volumes d'air sont envoyés pour réduction. Le faible volume d'air et la concentration de solvants élevée sont de bonnes conditions préalables à l'oxydation thermique.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : La recirculation des flux d'air avec une concentration accrue de solvants n'est adaptée qu'aux installations qui permettent un encoffrement efficace des cabines de pulvérisation (petites ouvertures d'entrée et de sortie), lorsque l'application est accomplie par des appareils automatiques, et

pour les pièces à traiter sans volumes d'espace intérieur. Elle n'est, par conséquent, pas applicable aux carrosseries de voitures, aux cabines de camions et objets similaires. Lorsqu'elle est appropriée, une réduction des émissions de COV d'environ 90 % peut être obtenue.

Aspects économiques : Coût réduit pour le traitement thermique, du fait de volumes plus faibles, et les concentrations plus élevées de COV permettent d'obtenir des conditions autothermiques.

Moteurs de la mise en œuvre : DES. Voir Aspects économiques, ci-dessus.

Installations de référence : Volkswagen, Wolfsburg, Allemagne.

Littérature de référence : [171, May, 2006]

16.4.7.6 Oxydation thermique

Pour une description générale, voir Section 20.11.4.2. Si des revêtements à base de solvants sont utilisés, les gaz résiduels émanant des sécheurs sont généralement traités dans une unité de combustion. Les gaz résiduels émanant des cabines de peinture ne sont pas souvent traités dans une unité de combustion. Cependant, pour le revêtement des enjoliveurs avec des peintures traditionnelles à base de solvants, les gaz résiduels émanant des cabines de pulvérisation, des sécheurs et des zones d'évaporation sont acheminés vers une unité de post-combustion. Une concentration de gaz propre de 20 mg de C/m³ est obtenue. La capture des gaz résiduels émanant des sécheurs n'affecte que 10 à 30 % des émissions totales de COV.

[13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]

16.4.7.7 Traitement biologique

Pour une description générale, voir Section 20.11.8.

[13, DFIU and IFARE, 2002]

16.4.8 Traitement des eaux usées

16.4.8.1 Ultrafiltration et nanofiltration

Pour une description générale, voir Section 20.12.6. Des cabines de pulvérisation à séparation humide sont utilisées et équipées d'une unité d'ultrafiltration pour séparer le matériau de peinture, qui est ensuite récupéré.

[13, DFIU and IFARE, 2002]

17 REVÊTEMENT DES MEUBLES ET DES MATÉRIAUX EN BOIS

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [107, VDI, 2005] [128, TWG, 2005]

17.1 Généralités sur le revêtement des meubles et des matériaux en bois

Le bois est une matière première naturelle caractérisée par son hétérogénéité et son anisotropie, et qui présente des propriétés irrégulières en termes de structures de surface, des teneurs variables en substances différentes (comme les cires, l'eau, les résines), et une résistance électrique variable. Les fibres de bois présentent souvent la caractéristique de se gonfler et de se redresser sous l'influence de liquides (en particulier l'eau). Les surfaces en bois sont enduites afin de conserver ou de renforcer la couleur, la structure de surface et/ou la porosité. Le revêtement est appliqué pour conférer, par exemple, une résistance :

- * aux produits chimiques
- * aux contraintes mécaniques
- * aux impacts climatiques
- * aux taches.

L'industrie du meuble et du bois fait actuellement face à de nouvelles exigences du marché, liées à une demande de géométries des produits compliquées et de qualités plus élevées (comme la diversité des couleurs, de nouveaux effets de surface). Pour répondre à ces exigences croissantes, les techniques d'application par pulvérisation sont de plus en plus utilisées.

Cette industrie se caractérise par une forte prédominance des entreprises de taille moyenne, avec 75 % des entreprises comptant moins de 100 employés. L'Allemagne compte les entreprises suivantes :

- * 45 000 ébénisteries (avec en moyenne 4,5 employés)
- * 1 500 ateliers de peinture de meubles en bois et de bois (avec en moyenne 75 employés)
- * environ 8 très grandes entreprises qui comptent plus de 1 000 employés.

Dans l'industrie allemande du meuble et du bois, plus de 80 000 tonnes de peinture ont été traitées en 1999, dont 60 % environ ont été utilisées dans des applications industrielles et les 40 % restants ont été consommées par des entreprises artisanales. Ces dernières années, les quantités de peinture traitées ont légèrement décliné, et cette tendance devrait se confirmer à l'avenir. Les raisons de cette baisse sont la délocalisation des capacités de production vers l'Europe de l'Est, l'utilisation croissante de films plastiques pour le design de surface, une réduction continue de l'épaisseur de la couche de revêtement et l'utilisation croissante de peintures à haut extrait sec.

Ces dernières années, le niveau d'automatisation de l'application de peinture dans l'industrie du meuble a augmenté de façon significative, essentiellement en raison d'une qualité, d'un rendement et d'exigences environnementales croissantes.

Une diversité de matériaux sont traités et enduits dans l'industrie du meuble et du bois. Ils peuvent être classés en un certain nombre de domaines d'application :

- * construction, accessoires et meubles d'extérieur
- * construction, accessoires et meubles d'intérieur
- * applications commerciales et publiques, comme les écoles
- * applications domestiques
- * applications humides, comme pour les piscines, les saunas, les cuisines et les salles de bain.

17.2 Procédés et techniques appliqués pour le revêtement des meubles et des matériaux en bois

L'application de matériaux de revêtement sur le bois et les matériaux en bois implique :

- * le prétraitement de la surface du bois
- * l'application d'une couche de fond
- * l'application d'une couche de finition
- * l'application de la peinture
- * le pré-séchage et le séchage/durcissement.

En fonction de la structure de surface désirée (c'est-à-dire une structure des pores à cellules ouvertes ou fermées), des systèmes de peinture différents peuvent être utilisés. Si le grain du bois doit être visible, par exemple pour le bois massif ou le placage, des peintures incolores (c'est-à-dire des couches transparentes), des huiles et des cires sont utilisées. Les panneaux de fibres moyenne densité (MDF) sont, par exemple, enduits de peintures à pigments de la couleur désirée. Si des systèmes de peintures à pigments sont utilisés, une couche barrière est appliquée avant la couche de fond, pour restreindre la perméation de la peinture dans la sous-surface du bois et permettre l'application d'une couche de peinture plus uniforme.

17.2.1 Prétraitement de la surface du bois

Du fait d'un gonflement irrégulier et d'une structure de surface variable, et en raison également des teneurs différentes en certaines substances comme les résines ou la cire, un prétraitement correct de la surface à traiter est essentiel. Ce prétraitement peut traiter différents aspects du bois, comme la planéité de surface existante, l'élimination des marques de travail, le traitement des différences de couleur, des défauts de planéité, des redressements de fibres, des craquelures, des branches et l'humidité du bois. Des techniques de prétraitement classiques sont :

- * un prétraitement mécanique, comme le ponçage
- * des méthodes de coloration, comme :
 - la mise en teinte
 - le glacis
 - le blanchiment.

Pour certains bois spéciaux, il est nécessaire d'utiliser des procédés de nettoyage chimiques qui utilisent des solutions savonneuses, de l'ammoniac et des solvants organiques, et une technique de ponçage pour éliminer les substances du bois incompatibles avec la peinture, comme les résines et la cire.

Ponçage

Pour obtenir des résultats de peinture parfaits, le bois et les matériaux à base de bois requièrent généralement un ponçage intermédiaire à appliquer après l'application d'une couche de fond ou après la mise en teinte ou l'application d'autres couches de peinture, car un redressement des fibres de bois est causé par l'interaction avec les fluides. Ce type de grattage de la surface du bois est particulièrement important lorsque des systèmes de peinture à base d'eau sont utilisés.

Mise en teinte

Le but de la mise en teinte est de changer la couleur du bois pour une coloration plus foncée. La structure du bois et la structure des pores restent inchangées. En fonction du type de mise en teinte appliquée, le temps de séchage varie considérablement. Les teintures sont des suspensions de pigments ou des solutions de colorants dans de l'eau ou dans des solvants organiques. La teinture la plus couramment appliquée est à base de solvants. Si des teintures chimiques comme, par exemple, des teintures positives à 1 composant, sont utilisées, des temps de traitement plus longs doivent être pris en compte. Si des teintures à base d'eau sont traitées, le gonflement et le dégrossissement du bois (grattage) doivent être prévus. Des combinaisons de solvants organiques diluables à l'eau et d'eau peuvent aussi être utilisées (teinture combinée). La teinture traditionnellement appliquée est un matériau à base d'eau. Les compositions de différents types de teintures sont listées dans le Tableau 17.1 ci-dessous.

	Teneur en eau (%)	Teneur en solvants organiques (%)	Proportion de pigments (%)
Teinture à base d'eau	Jusqu'à 95	0	Jusqu'à 15
Teinture à base de solvants	0	85 – 95	5 – 15*
Teinture combinée	65 – 70	25 – 30	5
Note :			
* Dans certaines applications au rouleau, la proportion de pigments peut atteindre 15 %.			

Tableau 17.1 : Composition de différents types de teintures du bois
[76, TWG, 2004]

L'application est effectuée manuellement (avec une éponge, une brosse, des rouleaux, par pulvérisation) ou est automatisée (applications par pulvérisation automatisée, aux rouleaux, aux rouleaux en caoutchouc moussant). Un séchage ultérieur est réalisé à température ambiante ou dans des sècheurs par convection, des sècheurs plans ou des sècheurs à tuyères.

Glacis

Les glacis modernes sont des enduits pour bois à haut extrait liquide basés sur des résines de laque. Les matériaux atteignent une bonne pénétration du bois et contiennent souvent des répulsifs d'eau et des ingrédients fongicides pour améliorer la qualité du bois. Ils peuvent être incolores ou pigmentés de différentes colorations. Différents matériaux sont utilisés pour les utilisations extérieures et intérieures. Les glacis sans fongicides, ainsi que les glacis pour bois incolores, ne conviennent pas aux utilisations intérieures.

Blanchiment

En général, le blanchiment illumine la couleur du bois. Il est parfois nécessaire de réaliser plusieurs blanchiments, lorsque par exemple de l'érable est utilisé. Pour le blanchiment, de l'eau oxygénée (30 à 35 %) et plusieurs additifs ou un rayonnement sont utilisés. Le temps d'impact doit être ajusté aux effets désirés. Comme le blanchiment décompose l'oxygène, un séchage suffisant est nécessaire afin d'éviter un cloquage. Le blanchiment est aussi utilisé pour le bois aux couleurs non résistantes à la lumière comme le bois de cerisier ou le bois de rose. Après le blanchiment, une mise en teinte avec des pigments hautement résistants à la lumière est utilisée pour reproduire la coloration originale du bois. Si des systèmes de revêtement en PUR sont utilisés, le durcisseur doit être résistant au peroxyde.

17.2.2 Application d'une couche de fond

Le matériau de la couche de fond doit être adapté au ponçage. Les techniques d'application sont :

- * pulvérisation [manuellement ou automatiquement ; traditionnelle, sans air, sans air assistée par air (dite « pulvérisation mixte ») et assistée électrostatiquement]
- * coulée
- * application au rouleau (par exemple en utilisant une laque à durcissement par rayonnement UV adaptée au rouleau)
- * application par trempage (uniquement pour des pièces à traiter spéciales).

Après le séchage du prétraitement, le ponçage (avec un matériau d'une taille de grain appropriée) est réalisé avant l'application d'une couche de fond incolore. Ensuite, la surface est de nouveau poncée avant l'application de la couche de finition. Dans certains cas, une structure en bois est imprimée directement sur la couche de fond. Des placages simples sont essentiellement utilisés comme substrat, ou alternativement, la surface à enduire peut déjà incorporer une couche de fond/un bouche-pores coloré.

17.2.3 Application de la couche de finition

Pour le revêtement du bois et des matériaux en bois, des peintures, de l'aluminium ou d'autres matériaux de revêtement de type panneaux, et des textiles ou des cuirs sont utilisés. Certains revêtements spécifiques sont :

- * les peintures nitrocelluloses (NC)
- * les peintures à durcissement acide
- * les peintures en polyuréthane (PUR)
- * les peintures en polyesters insaturés (UP)
- les matériaux UP à cellules ouvertes
- les systèmes de couche de film fin
- * les peintures à base d'eau
- * les revêtements en poudre
- * les peintures/glacis en résine alkyde
- * les systèmes de peintures mixtes/combinés
- * les laques UV à base d'eau
- * les laques 100 % UV.

Les mêmes techniques d'application que celles décrites dans la Section 17.2.2 sont utilisées.

Le Tableau 17.2 détaille les principales propriétés des teintures et peintures pour bois les plus couramment utilisées.

Type de peinture ou de teinture pour bois	Proportion de solvants (%)	Proportion d'eau (%)	Composants	Type de réaction	Catalytiseur	Commentaires
Teinture pour bois * à base de solvants - type a) - type b) - type c) * à base d'eau	95 70 25 – 30 0	0 25 -30 70 - 80 85-95				Solvants organiques ; solvants diluables à l'eau ; teinture pour bois combi ; solvants diluables à l'eau ; grattage pour bois
Peinture NC * incolore * pigmentée	environ 75 environ 60	0 0	Laine de collodion (nitrocellulose)	Séchage physique		Résistance de surface avec aptitude à l'emploi limitée
Peinture à durcissement acide * à 2 composants, incolore * à 2 composants, pigmentée * à 1 composant ; incolore	40 – 50 20 – 30 20 – 30		Alkyde/mélatamine Résines urée polyoles	Séchage forcé	Acide	Les anciens systèmes de peinture émettaient du formaldéhyde ; haute résistance
Peinture PUR * incolore * pigmentée * à moyen extrait sec, incolore	65 – 70 36 – 60 40 – 50	0 0 0	Isocyanates ; acrylates ; polyesters	Réaction d'addition (physico-chimique)		Généralement matériaux à 2 composants ; haute résistance
Peinture UP * traditionnelle * contenant de la paraffine * sans paraffine * durcissement UV - laque au rouleau - bouche-pores * peinture UP par pulvérisation - incolore - durcissement UV	environ 35 (15) environ 35 (15) environ 35 (15) environ 35 (15) environ 20 (20) environ 20 (10) 65 – 70 65 – 70	0 0 0 0 0 0 0	Polyester, insaturé (matériaux organo-métalliques)	Polymérisation • chaleur • rayonnement	Peroxydes organiques Rayonnement UV ; photoinitiateur	Systèmes de composants ; pour les revêtements UP à durcissement infrarouge, des temps de pré-séchage et de durcissement doivent être prévus.
Peinture en résine acrylique * durcissement UV - laque au rouleau - structure de cellules ouvertes de la peinture par	2 – 40 2 – 10 65 – 70		Polyacrylate, insaturé	Faisceau d'électrons	Photoinitiateur	

pulvérisation * durcissement par faisceau d'électrons	2 – 5					
Peinture à base d'eau * traditionnelle * durcissement UV * PUR, à 2 composants	5 – 7 environ 2 environ 9	60 – 65 58 – 60 60 – 65		Séchage physique ; polymérisation ; réaction d'addition	Rayonnement UV	Grattage du bois ; temps de séchage plus long ; application possible d'une couche de fond UV suivie d'une application de peinture à base d'eau : la peinture à base d'eau à durcissement par UV est de plus en plus significative. Le revêtement par UV ne peut être appliqué que lorsque les pièces plates peuvent être enduites séparément et que le revêtement est effectué avant l'assemblage de la pièce du meuble.
Revêtement en poudre * traditionnel * durcissement par UV	0	0	Résines époxy, résines polyester - acrylique	Addition et condensation	Rayonnement UV	Pour l'instant, les revêtements en poudre avec séchage par convection traditionnel ne sont pas adaptés au revêtement du bois. Les systèmes d'application existent uniquement pour le revêtement des MDF.
Peintures en résine alkyde	10 – 80	0	Résines alkydes	Oxydation dans l'air séchage physico-chimique	composés organo-métalliques	Solvants organiques
Note (1) les données entre guillemets indiquent la teneur en solvants émis, en % du revêtement.						

Tableau 17.2 : Présentation générale des propriétés des teintures et des peintures pour bois
[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

17.2.4 Application de la peinture

Les techniques d'application suivantes sont utilisées pour le bois et les matériaux en bois :

- * peinture au rouleau
- * pulvérisation manuelle (utilisant aussi partiellement des procédés assistés électrostatiquement)
- * pulvérisation automatisée (utilisant aussi partiellement des procédés assistés électrostatiquement)
- * pulvérisation automatisée avec ou sans recyclage de la surpulvérisation (utilisant aussi partiellement des procédés assistés électrostatiquement)
- * application au rouleau
- * technique sous vide
- * remplissage avec des bouche-pores
- * application au rideau
- * trempage/noyage
- * impression.

Outre les applications de pulvérisation manuelle, des installations de pulvérisation ou des machines de pulvérisation équipées d'unités délivrant 2 composants sont utilisées dans l'industrie du meuble. Le Tableau 17.3 liste les facteurs de rendement de l'application pouvant être atteints.

Techniques d'application	Facteur de rendement ⁽¹⁾	Commentaires
Peinture au rouleau	95 – 100	Uniformité de surface réduite
Pulvérisation traditionnelle	30 – 60	Importante quantité de surpulvérisation
Pistolage HVBP	40 – 75	Application de teintures pour bois à faible viscosité, utilisation croissante d'autres systèmes de peinture
Pistolage à chaud	40 – 60	Application de peintures à haut extrait sec, aussi applicable pour le pistolage à la cire chaude
Pistolage sans air	40 – 75	Agglomération du matériau pulvérisé
Technique sans air assisté par air	35 – 50	Agglomération du matériau pulvérisé
Pulvérisation de laque humide assistée électrostatiquement	50 – 70	La conductivité électrique doit être prise en compte
Pulvérisation de poudre assistée électrostatiquement	80 – 95	La conductivité électrique doit être prise en compte. Actuellement, uniquement applicable au revêtement des MDF (uniquement quelques applications)
Application au rideau	95	Limité par la géométrie de la pièce à traiter
Application au rouleau	95	Limité par la géométrie de la pièce à traiter
Technique sous vide	95	Uniquement applicable aux pièces étroites et aux bords, peintures à base d'eau et matériaux à durcissement par UV à haut extrait sec, la géométrie de la pièce à traiter doit aussi être prise en compte

(1) En fonction du taux d'occupation et de la géométrie des pièces à traiter, etc.

Tableau 17.3 : Facteurs de rendement de l'application pouvant être atteints
[13, DFIU and IFARE, 2002]

17.2.5 Pré-séchage et séchage/durcissement

Le séchage/durcissement de la couche de peinture requiert un pré-séchage intense. Le pré-séchage est effectué dans des installations spéciales qui sont généralement situées en amont des sècheurs. Pour les peintures à base d'eau, l'humidité de l'air s'évaporant doit être prise en compte pour permettre un séchage suffisant.

Certains procédés de séchage spécifiques appliqués (certains étant plus couramment appliqués que d'autres) sont :

- * les sècheurs à traversée de matière par déshumidification
- * les sècheurs par convection
- * les systèmes infrarouges :
 - o les réacteurs thermiques

- le séchage proche infrarouge (séchage PIR)
- * le séchage par rayonnement UV
- * les micro-ondes
- * les sècheurs à haute fréquence (sècheurs HF)
- * le durcissement par rayons X

17.2.6 Exemples de certains procédés de revêtement

Revêtement des chaises

Dans la majorité des cas, la première couche utilisée pour le revêtement des chaises est à base de solvants pour réduire au maximum la formation de grain. Les chaises composées de bois de hêtre sont généralement d'abord enduites d'une teinture pour bois colorante ou d'un glacis. Après le pré-ponçage, une première couche d'un revêtement à base d'eau (120 g/m²) est appliquée. Le matériau sèche à température ambiante ou au moyen d'un séchage forcé. Après un second ponçage, une seconde couche de peinture à base d'eau (120 g/m²) est appliquée et ensuite séchée. L'application par pulvérisation assistée électrostatiquement de peintures à base d'eau est généralement utilisée pour le revêtement des chaises du fait de leur géométrie. La surpulvérisation et, par conséquent, la quantité de peinture et les émissions de COV sont donc réduites.

Revêtement des cadres de fenêtres

Par rapport à d'autres secteurs de l'industrie du bois, le revêtement de fenêtres en bois est souvent effectué manuellement. Comme les surfaces en bois des fenêtres doivent résister aux influences climatiques et à l'infestation de bleuissement, jusqu'à quatre couches de revêtement sont en partie nécessaires pour obtenir une résistance suffisante. Les procédés de ponçage et de séchage sont très exigeants en termes de temps et de travail. L'utilisation de peintures à base d'eau (comme les peintures en résine acrylique) pour le revêtement des fenêtres est à la pointe en Allemagne, bien que des systèmes de revêtement à base de solvants (comme les peintures en résine alkyde) soient aussi utilisés. Les peintures à base d'eau présentent une adhérence humide inférieure à celle des peintures à base de solvants traditionnelles.

Le noyage est une technique d'application largement utilisée pour le revêtement des encadrements pour la préservation du bois et l'application de la couche de fond. Dans ce cas, le revêtement de surface est appliqué par pulvérisation en une ou deux couches sous forme de système de peinture à base d'eau. Du fait de la géométrie de la pièce à traiter, une importante quantité de surpulvérisation est générée même si un procédé de pulvérisation assistée électrostatiquement est utilisé. Pour réduire les coûts et les impacts sur l'environnement, des installations de récupération de la laque sont utilisées. De plus, les cabines de pulvérisation sont équipées d'un séparateur à sec de la surpulvérisation afin d'éviter la coagulation ou le rejet de résidus de peinture.

Revêtement des meubles de grande qualité

[128, TWG, 2005]

Les étapes suivantes du procédé sont réalisées lors du revêtement des meubles de grande qualité :

1. ponçage et élimination de la poussière
2. adaptation de la couleur, par exemple par une mise en teinte
3. ponçage et élimination de la poussière
4. couche de base
5. ponçage et élimination de la poussière
6. couche supérieure.

La seconde étape est essentiellement effectuée par pulvérisation (manuelle), les étapes 4 et 6 sont aussi essentiellement réalisées par pulvérisation. Les peintures à durcissement par UV sont rarement utilisées dans le revêtement des meubles de grande qualité. La principale raison est qu'elles ne peuvent être appliquées que lorsque les panneaux plats peuvent être enduits séparément et que le revêtement est effectué avant l'assemblage de la pièce du meuble. Cependant, si les pièces du meuble ne sont pas encore assemblées, il est possible d'utiliser des revêtements UV, et donc un type d'application autre que la pulvérisation (essentiellement au rouleau).

Au moins une entreprise allemande (Rippert GmbH) et une entreprise finlandaise (Tikkurila Coatings Oy) ont développé séparément une méthode de durcissement par UV, qui utilise ce procédé sous atmosphère inerte. Avec cette méthode, il est possible de durcir des laques UV et des peintures UV sur des composants à 3 dimensions, par exemple des chaises assemblées. Les équipements et les revêtements sont disponibles dans le commerce.

Pour les meubles composés de pièces en bois massif (dont les surfaces sont huilées ou cirées) destinés aux cuisines, aux chambres à coucher, aux salons et aux chambres d'enfants, les procédés suivants sont généralement mis en œuvre :

1. les pièces du meuble pré-poncées sont traitées avec des brosses à lisser
2. après le dépoussiérage, l'huile est appliquée sur la surface du bois par une machine de pulvérisation
3. ensuite, les pièces à traiter huilées sont brossées
4. une cire chaude est appliquée par pulvérisation
5. la surface cirée est brossée
6. les pièces à traiter sont renversées et les procédés 1 à 5 sont répétés.

Revêtement en poudre des panneaux MDF

L'application de poudre sur les panneaux MDF pour la production de télévisions et de meubles de bureaux est réalisée sans application de couche primaire préalable. La longueur totale de l'installation pour le préchauffage, le revêtement, le durcissement et le refroidissement est significativement plus courte que celle d'une installation classique, car le revêtement est effectué au cours d'un cycle de travail unique.

Du fait de la très faible conductivité électrique des MDF, les plaques sont préchauffées à des températures pouvant atteindre 60 – 70 °C avant l'application de la poudre par pistolet de pulvérisation corona. À cette température, les particules de poudre adhèrent à la surface du MDF, créant un revêtement consolidé qui est ensuite séché par rayonnement UV. Les procédés de ponçage suivant les étapes de séchage respectives ne sont pas requis.

Du fait du recyclage et de la réutilisation de la poudre, des économies importantes peuvent être réalisées. Cependant, cette technique d'application n'est applicable qu'à certaines colorations et structures de surface.

Revêtement des meubles en bois pour cuisines et salles de bains

Les meubles des cuisines et salles de bain sont composés de pièces en bois massif (comme le bois de chêne, de hêtre, d'érable, d'arole et de cerisier) et de matériaux en bois (comme les MDF) et sont enduits. Pour la peinture, les systèmes de peinture humide sont exclusivement utilisés avec une proportion significative de peintures UV diluables à l'eau ainsi que des teintures pour bois à base de solvants ou à base d'eau. À présent, la peinture PUR et polyester à base de solvants n'est appliquée qu'en petites quantités, en partie pour la peinture des pièces de rechange. Les teintures pour bois sont appliquées par des têtes d'application au rouleau automatisées. La conversion aux peintures à durcissement UV diluables à l'eau pour les couches de fond et de finition a été entreprise pour des raisons de protection de l'environnement et de la main d'œuvre, pour des raisons techniques et pour réduire les risques d'incendie. La teneur en solvants dans les matériaux appliqués varie de 1 à 2,5 % en masse. Le revêtement est essentiellement effectué dans des installations entièrement automatisées. Le matériau est appliqué par pulvérisation à air comprimé. La surpulvérisation est collectée (par des racles) et réutilisée.

Les particules de peinture présentes dans l'air évacué sont séparées à sec. Le système de peinture consiste, en général, en deux couches. La surface de la couche de fond peut être poncée avant l'application de la couche de finition. Du fait de l'utilisation de peintures à durcissement UV diluables à l'eau, les quantités de solvants émis sont très faibles et sont, même dans les grandes installations, inférieures à 10 kg/h. Le traitement des COV contenus dans les rejets gazeux n'est par conséquent pas utilisé. L'air évacué est émis directement via une cheminée. Les agents de nettoyage sont recyclés par distillation.

17.2.7 Finition avec des substances de revêtement solides

Les substances de revêtement solides sont des matériaux qui sont pressés, à l'état solide, sur des pièces à traiter profilées de type panneaux. Il peut s'agir de placages, de feuilles, de papiers ou de plaqués.

Placages

Les placages sont de fines feuilles de bois d'une épaisseur variant entre 0,5 et 2 mm environ, qui sont appliquées aux panneaux de base en les exposant à une température et à une pression dans des presses. Les adhésifs standards sont les résines urée-formol (UF) et les colles en polyacétate de vinyle (PVAC).

Feuilles, papiers ou plaqués

Les revêtements sont appliqués aux panneaux de base en utilisant divers adhésifs en les exposant à des températures et à une pression au moyen de presses de surface, de presses à membranes et de presses à rouleaux. Ce procédé est appelé stratification. Les adhésifs standards sont les colles composées de copolymère d'éthylène-acétate de vinyle (EVA) pour les papiers et les feuilles décoratives, et les résines adhésives urée-formol (UF) et les colles en polyacétate de vinyle (PVAC) pour les plaqués.

Adhésifs et colles

Les colles PVAC contiennent de l'eau, des liants de polyacétate de vinyle et des solvants organiques (généralement jusqu'à 3 % en masse d'acétate de butyle ou d'éthyle) et les quantités appliquées sont approximativement de 120 g/m². Lors du séchage, de l'eau et au maximum 3,6 g de solvants sont émis par m².

Les résines UF contiennent une résine urée-formol, éventuellement des extendeurs, des catalyseurs et de l'eau. Le composant dit « sans formaldéhyde » de l'adhésif varie entre 0,1 et 0,5 % en masse, la majorité étant incorporée lors du durcissement. Les quantités appliquées sont d'environ 100 g/m². Lors du durcissement, l'eau et le formaldéhyde qui n'ont pas été incorporés sont émis.

Les colles EVA contiennent un copolymère d'éthylène-acétate de vinyle, de l'eau et, dans certains cas, jusqu'à 3 % en masse de solvants organiques, généralement de l'alcool éthylique et du toluène. Les quantités appliquées s'élèvent approximativement à 90 g/m². Lors du séchage, de l'eau et, s'ils sont présents, jusqu'à 2,7 g de solvants organiques, sont émis par m².

17.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels du revêtement des meubles et des matériaux en bois

Pour le revêtement des meubles et des matériaux en bois, la principale question en matière de contrôle de la pollution de l'air est l'émission de COV. La génération de déchets et d'eaux usées, et la consommation d'énergie sont aussi des éléments à prendre en compte.

17.3.1 Bilans massiques

Aucune donnée fournie.

17.3.2 Consommations

17.3.2.1 Matériaux

Le Tableau 17.4 ci-dessous détaille les quantités de matériaux de peinture appliquées pour différentes techniques d'application.

Techniques d'application	Quantité (g/m ²)	Commentaires
Au rouleau	25 – 60	
Application au rideau	60 – 250	Dans des cas exceptionnels, jusqu'à 500 g/m ²
Trempage	60 – 200	
Noyage	60 – 200	
Pistolage	Jusqu'à 250	Pertes de matériaux dues à un faible rendement
Impression	1 – 2	

Tableau 17.4 : Quantités de matériaux de peinture appliquées pour différentes techniques d'application
[13, DFIU and IFARE, 2002]

Le Tableau 17.5 ci-dessous donne des exemples de quantités de peintures et de solvants appliquées en moyenne dans chaque secteur de production.

Produit	Procédés de revêtement	Quantité de peinture (g/m ²)	Quantité de solvant (g/m ²)
Panneaux MDF	1. couche de fond, à base d'eau, application au rouleau 2. à base d'eau, application au rouleau 3. encre d'impression, à base d'eau 4. peinture AC par application au rouleau, durcissement UV* Séchage : sècheurs par convection ou sècheurs UV	80	3
Escaliers	5. joint de parquet, à base d'eau 6. ponçage 7. joint de parquet, à base d'eau ou à base de solvants, pulvérisation en une ou deux couches 8. pistolage à chaud Séchage : à température ambiante, sècheurs par convection ou séchage par rayonnement infrarouge	180	12
Meubles de chambres à coucher	9. pulvérisation en deux couches de peintures pigmentées à base d'eau ou à base de solvants, avec ponçage intermédiaire 10. pâte de chaux, pulvérisation 11. ponçage 12. peintures incolores à base d'eau, pulvérisation Séchage : à température ambiante, sècheurs à flux continu	150	9
Portes	13. couche de fond, à base d'eau, application au rouleau 14. teinture pour bois, application au rouleau 15. couche de fond AC par application au rouleau, durcissement UV* 16. ponçage 17. deux couches de peinture AC par application au rouleau, durcissement UV* Séchage : sècheurs par convection ou sècheurs UV	60	10
Tables	18. teintures combinées, pulvérisation 19. couche de fond AC par application au rouleau, durcissement UV (3 couches) 20. ponçage 21. peinture AC par application au rouleau, durcissement UV Séchage : à température ambiante	100	30
Meubles de salon	22. huile naturelle, pistolage à chaud Séchage : à température ambiante	23	0
	23. ponçage 24. produits à base de solvants (pour les produits assemblés), à base d'UV pour les cires naturelles des pièces plates avec pistolage à chaud (rare) Séchage : durcissement par infrarouge 25. polissage	55	9
Note : * Les produits à base de solvants sont toujours largement utilisés. Dans l'industrie du meuble, on utilise très souvent des revêtements à durcissement UV, en particulier pour les pièces plates, qui sont presque toujours durcies aux UV.			

Tableau 17.5 : Peintures appliquées et quantités de solvants organiques : exemples de différentes applications dans l'industrie du meuble et du bois

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

17.3.2.2 Eau

Aucune donnée fournie.

17.3.2.3 Énergie

Aucune donnée fournie.

17.3.3 Émissions

17.3.3.1 Émissions dans l'air

Le Tableau 17.6 résume certaines émissions de COV pour différents systèmes de peinture.

Techniques d'application	Teneur en solvants (% (m/m))	Mesures de réduction des émissions	Émissions de COV (g/m²)*
Système de peinture à forte teneur en solvants organiques et pulvérisation	65	Aucune	80 – 100
Système de peinture à forte teneur en solvants organiques	65	Techniques d'application avec un facteur de rendement accru (au rouleau, par noyage, par trempage, pulvérisation assistée électrostatiquement, pistolage sans air) et bon entretien	40 – 60
Système de peinture à teneur en solvants organiques moyenne	20	Comme ci-dessus.	10 – 20
Système de peinture à teneur en solvants organiques faible	5	Comme ci-dessus.	2 – 5
* Note : Ces chiffres dépendent de la quantité de matériaux utilisée et du taux d'application. Ils sont donnés pour des taux d'application courants et uniquement à titre indicatif.			

Tableau 17.6 : Émissions spécifiques de COV pour différents systèmes de peinture, dont certains avec des mesures de réduction des émissions primaires

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

17.3.3.2 Émissions dans l'eau

Le volume d'eaux usées générées pour le revêtement du bois est généralement très faible, car l'eau du procédé circule en circuit fermé. Lors de l'utilisation de revêtements à base d'eau (certains sont en cours de tests actuellement), une quantité significative d'eaux usées est générée, qui, dans certains cas, dépasse la capacité du circuit fermé de l'installation de pulvérisation.

17.3.3.3 Déchets

En particulier pour le revêtement des pièces à traiter en bois profilées, la couche de fond et la couche de finition sont appliquées par pulvérisation. De cette façon, les pertes par surpulvérisation sont générées dans les cabines de pulvérisation et produisent l'un des deux types de déchets suivants :

- * si une séparation humide est appliquée, la surpulvérisation forme des résidus de peinture. Les résidus de peinture sont constitués de particules de peinture, de petites quantités de solvants organiques, d'agents de coagulation et d'eau. Ils sont généralement considérés comme des déchets qui nécessitent un contrôle. En général, le matériau est utilisé comme combustible dans des chambres de combustion de déchets spéciales
- * si la surpulvérisation est séparée à sec, les matériaux filtrants en fibre de verre contaminés doivent être éliminés. Dès que le flux d'air atteint une vitesse minimale spécifique, les matériaux filtrants

doivent être remplacés. Ces matériaux, contaminés par des particules de peinture sèche, ne nécessitent généralement pas de contrôle et peuvent être utilisés comme combustible dans des installations d'incinération de déchets classiques.

Les peintures à 2 composants mélangées ne peuvent pas être recyclées et sont éliminées. Les solvants sont récupérés à partir des peintures non durcies. De plus, des solvants contaminés sont générés lors du nettoyage des appareils d'application, des systèmes de convoyage, des conduites de peinture, des cabines de pulvérisation et autres. En général, les agents de nettoyage utilisés dans l'industrie du bois sont recyclés par distillation et peuvent être utilisés comme agents de nettoyage recyclés. La distillation génère des restes de peintures sous formes solide, liquide ou pâteuse. Les solvants contaminés, les solides provenant de la distillation, la peinture à deux composants séchée et d'autres résidus et restes qui ne sont pas réutilisés sont éliminés, généralement comme des déchets dangereux.

Les propriétés de toxicité des résidus de peinture provenant de la surpulvérisation de peinture ont été analysées et, dans de nombreux cas, un manque de données générales sur les déchets a été constaté. Par conséquent, une coopération entre les producteurs de laques et de peintures, les producteurs de déchets, les autorités environnementales, les chercheurs sur les déchets et les laboratoires est très importante. Par exemple, dans le cadre d'une étude menée en Finlande, les concentrations de formaldéhyde ont été analysées sur la base des informations fournies par les producteurs de peintures et de laques. Cela a fourni les informations essentielles à l'évaluation générale du risque chimique et écotoxicologique des résidus étudiés. Les résultats ont confirmé l'avantage de combiner des essais chimiques et écotoxicologiques pour l'évaluation du risque environnemental potentiel que représentent les mélanges organiques complexes contenus dans les déchets de résidus de peinture. Les études de prétraitement ont montré que la quantité de résidus pourrait être minimisée en réduisant la teneur en liquide des résidus des cabines à rideau d'eau, et que le danger était moins important en remplaçant les matières premières utilisées dans le procédé de peinture par pulvérisation par des peintures et des laques contenant moins de solvants nocifs. Les résultats ont également prouvé que l'enfouissement des déchets n'était pas une méthode adaptée pour l'élimination des résidus de peinture produits dans l'industrie du meuble. Pour ce type de déchets organiques, l'incinération pourrait constituer une meilleure alternative de traitement. Les informations sur les propriétés écotoxicologiques et de lixiviation des excédents de résidus de peinture produits par différents procédés de peinture par pulvérisation ont aidé les producteurs de peintures à développer leurs produits et ont permis aux producteurs de meubles de choisir des produits plus sains pour l'environnement. De plus, cette approche de dépistage du danger aidera les producteurs de meubles à améliorer le procédé de peinture de surface utilisé pour la fabrication des meubles, dans le but de réduire au maximum la quantité et la toxicité des déchets produits.

17.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la peinture des meubles et des matériaux en bois

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer à la peinture des meubles et des matériaux en bois. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques peuvent aussi être applicables à la peinture des meubles et des matériaux en bois. Le Tableau 17.7 présente les techniques générales applicables à la peinture des meubles et des matériaux en bois qui sont décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Le document de synthèse EGTEI relatif au revêtement du bois (voir Annexe 24.1.1) donne des informations sur la rentabilité au niveau européen de certaines techniques de réduction des émissions de COV. Néanmoins, l'approche de l'EGTEI doit nécessairement limiter sa complexité et seules les principales techniques sont fournies, sans prendre en compte les autres facteurs MTD, comme les effets croisés ou les caractéristiques techniques des installations et des produits individuels. [140, EGTEI, 2005]

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 17.7 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

17.4.1 Réduction maximale de la consommation de matières premières

17.4.1.1 Peinture par lots/regroupement de couleurs

Pour une description générale, voir Section 20.6.3.6.
[13, DFIU and IFARE, 2002]

17.4.1.2 Systèmes de nettoyage par piston racleur

Pour une description générale, voir Section 20.6.3.7. Dans l'industrie du meuble, la demande de meubles peints dans des couleurs spéciales et personnalisées est croissante, ce qui implique l'utilisation croissante de systèmes de nettoyage par piston racleur.
[13, DFIU and IFARE, 2002]

17.4.1.3 Système de mélange en ligne des produits à 2 composants

Pour une description générale, voir Section 20.6.3.1. Cette technique est couramment appliquée.
[63, Vito, 2003] [13, DFIU and IFARE, 2002]

17.4.2 Matériaux traditionnels à base de solvants

Description : Voir Section 20.7.2.1. La peinture nitrocellulose est une peinture pour meubles classique à base de solvants. Cependant, des peintures à base de polyester, de résine alkyde et de polyuréthane sont couramment appliquées. Les peintures en résine alkyde sont principalement utilisées comme glacis pour les applications en extérieur. Les glacis sont des systèmes de peintures transparentes, appliqués pour accentuer l'apparence des surfaces en bois. Cependant, ces glacis peuvent aussi être à base d'eau.

Les peintures traditionnelles à base de solvants ont des teneurs en solvants en masse comme suit :

- * teinture pour bois : teneur en solvants organiques de 95 %
- * teinture pour bois : teneur en solvants organiques de 70 %, teneur en eau de 30 %
- * couche de fond et couche de finition : teneur en solvants organiques pouvant atteindre 80 %.

Avantages pour l'environnement : Par rapport aux systèmes à base d'eau, moins d'énergie est nécessaire pour le séchage.

Effets croisés : Émissions de COV élevées.

Données d'exploitation : Les peintures à base de solvants ont un temps de séchage plus court et donc une capacité de production plus élevée peut être obtenue.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Les courts temps de séchage constituent l'un des atouts majeurs de la technique à base de solvants.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005]

17.4.3 Remplacement des matériaux à base de solvants (substitution)

17.4.3.1 Revêtements à base d'eau

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.2.3. Les systèmes de revêtement à base d'eau suivants sont appliqués :

- * teinture pour bois : teneur en solvants organiques de 0 %
- * teinture pour bois : teneur en solvants organiques de 25 à 30 %
- * couche de fond et couche de finition : teneur en solvants organiques de 5 à 7 % ; système de séchage traditionnel.

Les peintures à base d'eau à durcissement par UV (2 % de solvants organiques environ) et les peintures à 2 composants basées sur du polyuréthane (environ 9 % de solvants organiques) sont aussi appliquées.

Avantages pour l'environnement : Réduction significative des COV.

Effets croisés : Un ponçage et un polissage supplémentaires sont souvent nécessaires pour obtenir une surface lisse après chaque étape d'application de peinture. Ces étapes produisent plus de déchets et une quantité plus importante de matières premières est consommée.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les peintures à 2 composants sont largement utilisées pour l'application de peinture, par exemple, pour les surfaces durables comme les revêtements de plancher et les crédences de cuisine.

L'application de peintures à base d'eau dépend du produit utilisé, de la surface, de la couche de fond (primaire), de la méthode d'application, de la « qualité finale » désirée, de la disponibilité de produits de bonne qualité et du segment de produits visé par l'entreprise. Actuellement, la disponibilité de revêtements de bonne qualité n'est pas suffisante.

Aspects économiques : Les investissements suivants peuvent être nécessaires :

- * séchage forcé (généralement l'investissement le plus important)
- * zone supplémentaire nécessaire pour le sécheur, et stockage intermédiaire plus important pour les pièces à traiter peintes entre les cycles d'opérations répétées
- * équipements en acier inoxydable pour le stockage des peintures, équipements de manipulation des outils, etc., tandis que des nuances d'acier standards peuvent être utilisées avec les peintures à base de solvants.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [147, Presti, 2005]

17.4.3.2 Revêtement en poudre – séchage traditionnel

Description : Voir Section 20.7.2.6. Les revêtements en poudre avec séchage par convection traditionnel sont appliqués aux MDF et aux HDF (fibres moyenne et haute densité). Ils ne sont actuellement pas adaptés à la peinture du bois, à cause des températures élevées nécessaires au séchage et de la faible qualité de surface obtenue.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : L'application de poudre sur les panneaux MDF pour la production de télévisions et de meubles de bureaux est réalisée sans application de couche primaire préalable. La longueur totale de l'installation pour le préchauffage, le revêtement, le durcissement et le refroidissement est significativement plus courte que celle d'une installation classique, car le revêtement est effectué au cours d'un cycle de travail unique. Les procédés de ponçage suivant les étapes de séchage respectives ne sont pas requis.

Du fait de la très faible conductivité électrique des MDF, les plaques sont préchauffées à des températures pouvant atteindre 60 – 70 °C avant l'application de la poudre par pistolet de pulvérisation corona. À cette température, les particules de poudre adhèrent à la surface du MDF, créant un revêtement consolidé qui est ensuite séché par rayonnement UV.

Les revêtements en poudre à basse température, généralement adaptés aux substrats en bois, sont appliqués, par exemple, en Suède et au Royaume-Uni. Cette technique n'est pas couramment appliquée.

La réutilisation de la surpulvérisation est impossible dans les cycles de production courts et en cas de changements de couleur fréquents, ce qui se produit souvent dans la fabrication des meubles.

Applicabilité : Uniquement utilisé pour les MDF et pour les pièces de mauvaise qualité. Non adapté au revêtement des bois massifs ou des placages.

Aspects économiques : Du fait du recyclage et de la réutilisation de la poudre, des économies significatives peuvent être réalisées.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Stilexo Industrial, Royaume-Uni.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005] [63, Vito, 2003]

17.4.3.3 Peintures à durcissement par rayonnement UV

Description : Voir Section 20.7.2.5.

Avantages pour l'environnement : Les peintures à base d'eau et les peintures sans solvants à durcissement par rayonnement ne génèrent pas d'émissions de COV.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Les peintures à durcissement par UV peuvent être appliquées grâce à plusieurs techniques différentes, comme le revêtement à la brosse, au rouleau, par coulée, par pulvérisation et sous vide.

Applicabilité : Les revêtements à base d'eau à durcissement par UV ne sont actuellement pas couramment utilisés, mais sont de plus en plus appliqués pour la peinture des meubles et du bois. Les peintures à base d'eau à durcissement par UV sont couramment appliquées pour le revêtement des chaises, des meubles de type boîte, des meubles de bureaux et de cuisine, des portes, des panneaux, des panneaux de fibres pour meubles de salon et de chambre à coucher, etc. Ces peintures peuvent s'appliquer à toutes les couches de peinture. Ces produits à durcissement par UV sont utilisables lorsque les panneaux

plats peuvent être enduits séparément et que le revêtement est effectué avant l'assemblage de la pièce du meuble. Il peut y avoir certaines applications de ces revêtements à durcissement par UV dans le secteur de l'ébénisterie et pour les panneaux de finition. L'utilisation de produits à durcissement par infrarouge est moins connue.

Au moins une entreprise allemande et une entreprise finlandaise ont développé séparément une méthode de durcissement par UV, qui utilise ce procédé sous atmosphère inerte. Avec cette méthode, il est possible de durcir des laques UV et des peintures UV sur des composants à 3 dimensions, par exemple des chaises assemblées. Les équipements et les revêtements sont disponibles dans le commerce.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Pour les revêtements en 3 dimensions : Rippert GmbH, Allemagne, Tikkurila Coatings Oy, Finlande.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002], [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

Pour les revêtements en 3 dimensions : compte-rendu de conférence RadTech 2005, www.tikkurila.fi

17.4.4 Techniques et équipements d'application de peinture

17.4.4.1 Application au rouleau et par remplissage à l'aide de vernisseuses-enduiseuses

Description : Voir Section 20.7.3.1. Le remplissage est couramment appliqué.

Avantages pour l'environnement : Le rendement est très élevé. En fonction de la pièce à traiter et des conditions de traitement, des rendements de matériaux d'environ 90 à 100 % peuvent être atteints. Des économies de matériaux pouvant atteindre 40 % peuvent aussi être réalisées.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Dans la majorité des cas, une application au rouleau normale est utilisée, avec de bons résultats, y compris sur les surfaces à cellules fermées.

En 2002, une demande croissante a été constatée pour les revêtements de substrats à cellules fermées comme les bois de hêtre, d'érable, de poirier, de bouleau et de cerisier. Pour le placage de la plus haute qualité, cela n'avait été jusqu'à présent possible qu'avec des applications traditionnelles au rouleau ou par pulvérisation. Cependant, l'utilisation de rouleaux de lissage chauffés pour l'application de la couche de fond présente des avantages significatifs. Elle permet le remplissage et le lissage des surfaces poreuses sans application de plus de matériau. De plus, cette technique permet de combler les craquelures à la surface des connexions placage/joints, les panneaux de fibres, les panneaux MDF et autres panneaux en matériau en bois. Une surface plus lisse est donc obtenue et le bois a un aspect uniforme et lisse.

Ces avantages sont dus aux rouleaux de lissage chauffés à rotation inverse qui traitent la peinture UV appliquée sur les surfaces des pièces à traiter par application au rouleau. De cette façon, la peinture est travaillée dans la surface de la pièce à traiter. Les pores, les craquelures du placage et les entures sont également remplis de cette façon. Le chauffage du rouleau de lissage assure une réduction de la cohésion dans la couche de peinture, le matériau reste donc dans les pores remplis. De plus, le matériau de peinture présente de meilleures qualités de performance et forme une surface régulière et uniforme.

Applicabilité : En général, les techniques au rouleau sont utilisées pour l'application de peintures diluables à l'eau et de peintures à durcissement par rayonnement UV. Essentiellement applicable aux pièces à traiter plates, mais les produits légèrement convexes comme les panneaux en bois peuvent aussi être traités. En fonction du type de machine, des masses d'application allant de 25 à 60 g/m² peuvent être traitées. Les vernisseuses-enduiseuses ne s'appliquent qu'aux pièces plates et sont, par conséquent, principalement utilisées pour les plaques dérivées des produits en bois. Pour des surfaces plus convexes, des bouche-pores sont appliqués avec un équipement manuel, par exemple avec des spatules.

Aspects économiques : Une machine de remplissage légère utilisée pour le revêtement du bois et des meubles, ayant une largeur de travail de 1,3 mètre et une puissance électrique installée de 5,5 kW, coûtait 55 000 EUR en 2000. Une machine utilisée pour le revêtement du bois et des meubles, par exemple avec un rouleau en mousse, ayant une largeur de travail de 1,3 mètre et une puissance électrique de 3 kW,

coûtait environ 30 000 EUR en 2005. Une machine appliquant deux rouleaux (système double) avec la même largeur de travail et une puissance électrique de 6 kW coûtait 60 000 EUR, toujours en 2005.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

17.4.4.2 Application au rideau (coulée)

Description : Voir Section 20.7.3.2. L'application au rideau (coulée) est couramment utilisée pour le revêtement des portes, des éléments muraux et autres plaques. Ce sont principalement des laques sans solvants basées sur du polyester qui sont appliquées, mais d'autres types de matériaux de revêtement peuvent aussi être utilisés. L'application au rideau peut atteindre une grande qualité en matière d'égalité des couches.

Avantages pour l'environnement : En fonction de la pièce à traiter et des conditions de traitement, des rendements de matériaux d'environ 90 à 98 % peuvent être atteints.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Par rapport à l'application au rouleau, les pièces à traiter en bois ne doivent pas être absolument lisses. Dans un dispositif d'application au rideau, le matériau de peinture utilisé est pompé dans un réservoir général à partir duquel le revêtement est déversé sous forme d'un film laminé fin. Les pièces à traiter qui doivent être enduites passent à travers ce film. Les excédents de matériau de peinture sont collectés dans un bac et renvoyés au réservoir général. On peut obtenir un rendement d'environ 95 %. Tous les types de matériaux de peinture peuvent être appliqués avec cette technique.

Applicabilité : Lors du revêtement par coulée, des pièces à traiter lisses ou quasiment lisses sont enduites. En fonction du type de machine, des masses d'application allant de 60 à 250 g/m² peuvent être traitées.

Aspects économiques : Une installation par coulée appliquée pour le revêtement des meubles et du bois, ayant une largeur de travail de 1,3 mètre et une puissance électrique installée de 3 kW, coûtait 35 000 EUR en 2000.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [128, TWG, 2005]

17.4.4.3 Trempage traditionnel

Description : Voir Section 20.7.3.3. Cette technique est couramment appliquée pour le revêtement des fenêtres en série.

Avantages pour l'environnement : Les avantages du trempage incluent un rendement très élevé pouvant atteindre 100 %, un revêtement complet des pièces à traiter (surfaces extérieures et intérieures), une rentabilité, une forte capacité opérationnelle et de bonnes possibilités d'automatisation. Cependant, des rendements de 80 à 90 % sont également rapportés.

Effets croisés : Par rapport au pistolage, des couches de revêtement plus épaisses sont appliquées, ce qui pourrait, par conséquent, entraîner une plus forte consommation de matières premières.

Données d'exploitation : Les pièces à traiter sont trempées manuellement ou transportées et trempées par des systèmes de convoyage. Le trempage dans des peintures à base d'eau pourrait former de la mousse. Les peintures à base d'eau ne sont stables que dans une plage de pH réduite et sont, par conséquent, très sensibles aux contaminations qui pourraient être entraînées depuis les procédés de prétraitement. Une étape de séchage après le prétraitement, par exemple des procédés de nettoyage, est souvent nécessaire lors de l'application de peintures à base d'eau. Le réservoir de trempage doit être équipé d'un mélangeur et d'une pompe de circulation avec filtre et thermostat.

Des masses d'application de 60 à 200 g/m² peuvent être traitées.

Applicabilité : Pour la production en série d'articles en vrac qui sont revêtus d'une seule teinte sans changement de couleur, le trempage est applicable. Seuls des systèmes de peinture à 1 composant sont applicables.

Cette technique n'est pas applicable aux structures de surface à cellules ouvertes des produits enduits. Dans la plupart des cas, les pièces de meubles qui sont traitées différemment (comme les faces avant, les incrustations, les faces arrière) et les profilés ne peuvent pas être revêtus par trempage (la formation de pores est impossible) du fait de l'étirage excessif des profilés.

Aspects économiques : Cette technique est rentable.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [147, Presti, 2005]

17.4.4.4 Noyage

Description : Voir Section 20.7.3.5.

Avantages pour l'environnement : En fonction de la pièce à traiter et des conditions de traitement, des rendements d'environ 95 à 99 % peuvent être atteints. Par rapport aux applications par trempage, les pertes par évaporation sont plus élevées.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Dans les installations de revêtement par noyage, les pièces à traiter sont transportées par des systèmes de convoyage dans des tubes fermés. Là, les pièces à traiter sont inondées avec un matériau de peinture par des tubes d'injection. Les excédents de matériau de peinture sont absorbés au fond du tube et réutilisés.

Des masses d'application de 60 à 200 g/m² peuvent être traitées.

Applicabilité : Le procédé est spécialement adapté aux pièces à traiter en bois qui ont tendance à flotter. Applicable à la production en série et aux pièces à traiter de grande dimension, avec une grande aire de surface et peu de changements de couleur.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002],

17.4.4.5 Revêtement sous vide

Description : Voir Section 20.7.3.6.

Avantages pour l'environnement : En fonction de la pièce à traiter et des conditions de traitement, des rendements d'environ 80 à 100 % peuvent être atteints.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Le revêtement sous vide n'est applicable que sur des bois pouvant résister au vide. Pour tester cette résistance, une pièce en bois est mise sous basse pression (c'est-à-dire $< 10^{-6}$ bar). Le bois n'est pas adapté au revêtement sous vide lorsque la pression augmente sous 10^{-6} bar par minute.

Outre les peintures à base d'eau, le revêtement sous vide a aussi été récemment appliqué à la peinture à durcissement par UV sur du bois ou des matériaux composites en bois.

Applicabilité : Le revêtement sous vide est couramment appliqué pour la peinture des panneaux MDF, du bois massif, du placage, des profilés en matériaux composites papier, des vitres de fenêtres, des plinthes et des panneaux pour murs et plafonds.

Aspects économiques : Dans un scénario réel, le remplacement du pistolage sans air assisté par air de peintures à base d'eau avec séchage infrarouge par un revêtement sous vide, en appliquant des peintures à durcissement par UV, a permis de réaliser des économies s'élevant à 262 000 EUR en l'espace d'une année. La machine coûtait 140 000 EUR. La période de recouvrement était inférieure à deux ans. Ceci a permis d'éviter la production d'émissions de COV (14 tonnes/an), de déchets (qui s'élevaient à 100 tonnes/an) et le rendement des matériaux utilisés pour la peinture à durcissement par UV était de 100 % (en 2003).

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : True Temper Hardware Company, Pennsylvanie, États-Unis, société qui produit des tiges et des poignées en bois.

Littérature de référence : [63, Vito, 2003], [76, TWG, 2004]

17.4.4.6 Pistolage traditionnel à haute et à basse pression

Description : Voir Section 20.7.3.8. Le pistolage à air comprimé est, par exemple, utilisé pour l'application de peintures à base d'eau à durcissement par UV (teneur en solvants organiques comprise entre 1 et 2,5 % (m/m)) dans une installation automatisée pour le revêtement de meubles de cuisine et de salle de bain.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : La consommation de matières premières est très élevée (voir les rendements de l'application dans la section Données d'exploitation, ci-dessous).

Données d'exploitation : Toutes les surfaces peuvent être enduites par cette méthode et des qualités de surface élevées peuvent être obtenues.

Applicabilité : Le rendement varie d'environ 5 % pour les pièces à traiter de type treillis à environ 30 à 60 % pour les pièces à traiter avec une plus grande aire de surface.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Largement appliqué. Représente le status quo.

Installations de référence : Largement appliqué.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

17.4.4.7 Pistolage haut volume, basse pression (HVBP)

Voir Section 20.7.3.9. Cette technique est couramment appliquée pour les teintures pour bois de faible viscosité et de plus en plus pour d'autres systèmes de peinture. [13, DFIU and IFARE, 2002]

17.4.4.8 Pistolage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement

Description : Dans cette technique, la peinture est atomisée dans un champ électrique, voir Section 20.7.3.17. Les applications par pulvérisation assistée électrostatiquement peuvent être utilisées si des matériaux conducteurs d'électricité, comme le bois massif destiné à la production de fenêtres, de chaises et d'étagères de rangement, sont traités.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : L'effet de cage de Faraday empêche les particules de peinture d'atteindre les cavités. La teneur en humidité du bois doit être d'au moins 10 % pour obtenir une conductivité suffisante de la pièce à traiter.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [147, Presti, 2005]

17.4.4.9 Application de revêtements en poudre – pistolage assisté électrostatiquement

Description : Voir Section 20.7.3.18. Les revêtements en poudre peuvent être appliqués avec toutes les techniques courantes d'application par pulvérisation. Cependant, les meilleurs résultats sont obtenus par pistolage assisté électrostatiquement.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Du fait de la très faible conductivité électrique des MDF, les plaques sont préchauffées à des températures pouvant atteindre 60 – 70 °C avant l'application de la poudre par pulvérisation assistée électrostatiquement. À cette température, les particules de poudre adhèrent à la surface du MDF, créant une couche de peinture qui est consolidée puis séchée par rayonnement UV.

Applicabilité : Couramment appliqué lorsqu'un revêtement en poudre est utilisé pour la peinture de meubles et de bois.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

17.4.5 Cabines de pulvérisation

17.4.5.1 Cabine à séparation humide

Description : Voir Section 20.7.4.1. Il s'agit d'une cabine de pulvérisation en acier inoxydable équipée d'une pulvérisation d'eau à l'arrière et parfois sur les côtés, pour absorber la surpulvérisation. Ces cabines sont couramment appliquées et équipées de cascades, où l'eau circule par flottation dans l'air et la peinture est recyclée.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Le coût d'achat d'une cabine de pulvérisation à séparation humide, ayant une capacité de 13 kW et un débit d'air de 7 000 m³/h, est de 150 000 EUR (coût rapporté en 2002).

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003]

17.4.5.2 Cabine de pulvérisation avec recyclage par condensation de la surpulvérisation

Description : Voir Section 20.7.4.2.

Avantages pour l'environnement : En général, 33 à 50 % de la surpulvérisation peuvent être réutilisés.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Différentes conceptions sont disponibles et peuvent aussi être intégrées à une cabine ou à une chaîne de pulvérisation automatisée. Le nettoyage de l'écran après un changement de couleur prend environ cinq minutes.

Applicabilité : Ce procédé est applicable aux peintures à 1 composant, à base de solvants et à base d'eau. Il peut être utilisé dans des activités de pistelage automatisées et manuelles. Il est cependant moins adapté aux petites séries avec de nombreux changements de couleur et aux peintures ayant une courte stabilité au stockage. Des cabines de pulvérisation humides ou sèches sont essentiellement utilisées. Les nombreuses couleurs différentes utilisées rendent cette application parfois impossible à appliquer.

Aspects économiques : Le prix de ces cabines de pulvérisation varie entre 25 000 et 60 000 EUR pour des débits d'air variant de 5 000 à 10 000 m³/h. Le coût d'achat d'une cabine de pulvérisation pour pulvérisation manuelle, ayant une capacité de 15 kW et un débit d'air de 7 200 m³/h, sont de 80 000 EUR.

Les coûts d'investissement que représente un « mur de rideau d'eau » dans une cabine de pulvérisation manuelle classique sont compris entre 30 000 et 75 000 EUR, en fonction de la taille du mur. Le coût d'investissement d'un système de rotation varie entre 40 000 et 180 000 EUR pour une cabine de pulvérisation (coût rapporté en 2006).

Les coûts énergétiques de refroidissement de l'écran s'élèvent à environ 1 000 EUR par an. Les économies proviennent d'une réduction des matières premières, car la peinture est réutilisée, et d'une quantité moins importante de résidus de peinture à éliminer.

Le système est économiquement viable pour des entreprises appliquant au moins 15 tonnes de peinture par an. Les périodes de recouvrement rapportées dans le cadre de six études de cas sont comprises entre 1,5 et 5 ans.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Airtech, Danemark.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002], [63, Vito, 2003], [76, TWG, 2004] [146, CEI-BOIS, 2006]

17.4.6 Séchage

17.4.6.1 Séchage par convection

Pour une description générale, voir Section 20.8.1.1. Cette technique est couramment appliquée pour le revêtement de meubles et de bois. Le séchage du bois ou des synthétiques est limité.
[13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003]

17.4.6.2 Sécheur à micro-ondes

Description : Pour une description générale, voir Section 20.8.1.4.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Une association nationale de l'industrie a rapporté que les exemples d'utilisation de revêtements à base d'eau dans l'industrie du meuble sont peu nombreux.

Applicabilité : Un sécheur à micro-ondes n'est pas adapté aux pièces à traiter épaisses (> 20 cm). Cette technique n'est pas couramment appliquée en Europe.

Aspects économiques : Les coûts d'une installation (sans le raccordement, etc.) varient entre 55 000 et 100 000 EUR (12 kW).

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Une installation expérimentale en Norvège. La consommation d'énergie est, selon les estimations, de 10 à 30 % supérieure à celle des techniques classiques (infrarouge, air chaud).

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [146, CEI-BOIS, 2006] [147, Presti, 2005]

17.4.6.3 Sécheurs à haute fréquence

Pour une description générale, voir Section 20.8.1.4. Du fait de l'évaporation rapide de l'eau, le grattage des fibres de bois et la quantité de poussière générée sont significativement réduits. Une association nationale de l'industrie a rapporté que les exemples d'utilisation de produits à base d'eau dans l'industrie du meuble sont peu nombreux. La finition des panneaux est effectuée avec des produits à durcissement par UV, qui requièrent d'autres types de sécheurs.

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

17.4.6.4 Durcissement par rayonnement infrarouge

Pour une description générale, voir Section 20.8.2.1. Cette technique est appliquée en combinaison avec des sécheurs à air circulant. Les rayonnements infrarouges peuvent altérer le bois.

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

17.4.6.5 Durcissement par rayonnement proche infrarouge (PIR)

Pour une description générale, voir Section 20.8.2.2. Cette technique est couramment appliquée car elle convient très bien aux matériaux sensibles à la chaleur, comme le bois, du fait des temps de durcissement très courts (1 à 5 secondes). Les revêtements en poudre sont généralement durcis en appliquant le durcissement PIR, tout comme les peintures à base d'eau sur bois. Pour le revêtement du bois, la technique PIR réalise les temps de séchage et de cycle les plus courts.

[13, DFIU and IFARE, 2002]

17.4.6.6 Durcissement par rayonnement ultraviolet (UV)

Pour une description générale, voir Section 20.8.2.3. Cette technique est largement appliquée pour le séchage des meubles peints, en particulier des pièces plates. Les substrats en plastique ou en bois peuvent jaunir et devenir cassants. Il existe également dans le commerce une technique de durcissement par UV en 3 dimensions, voir Section 17.4.3.3.

[13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003]

17.4.6.7 Durcissement par faisceau d'électrons

Pour une description générale, voir Section 20.8.2.4. Cette technique requiert une substance de revêtement spéciale et sans solvants. Du fait de coûts d'investissement élevés, cette technique n'est actuellement appliquée qu'à des débits de surface élevés.

[13, DFIU and IFARE, 2002] [107, VDI, 2005]

17.4.6.8 Séchage par convection/rayonnement combiné (réacteur thermique)

Pour une description générale, voir Section 20.8.3. Cette technique est appliquée pour le revêtement du bois. Le substrat enduit doit être résistant à la chaleur.

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

17.4.7 Traitement des gaz résiduels

17.4.7.1 Systèmes de filtre sec

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.6. Les filtres de peinture et les filtres en papier sont couramment utilisés dans l'industrie du meuble et du bois. Des valeurs d'émission de particules de 10 mg/m³ ou moins sont obtenues en utilisant cette technique. À ce niveau, il faut remplacer les filtres et les éliminer en tant que déchets au moins tous les deux jours, ce qui a un impact sur les coûts et sur l'utilisation de consommables.

[63, Vito, 2003] [189, CEI-BOIS, 2006]

17.4.7.2 Filtre électrostatique

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.7. Des cabines de pulvérisation sont utilisées. Cependant, aucune information n'a été communiquée sur la façon dont les eaux usées et les gaz résiduels sont traités. Cette technique est parfois considérée comme non rentable pour ce secteur.

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

17.4.7.3 Séparation de particules Venturi

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.5. Des cabines de pulvérisation à séparation humide sont utilisées. Cependant, aucune information n'a été communiquée sur la façon dont les eaux usées et les gaz résiduels sont traités. Cette technique est parfois considérée comme non rentable pour ce secteur.

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

17.4.7.4 Épurateur

Pour une description générale, voir Section 20.11.3.8. Des cabines de pulvérisation à séparation humide sont utilisées. Cependant, aucune information n'a été communiquée sur la façon dont les eaux usées et les gaz résiduels sont traités. Des valeurs d'émission de particules de 10 mg/m³ ou moins sont obtenues, bien que cette technique soit parfois considérée comme non rentable pour ce secteur.

[63, Vito, 2003] [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [189, CEI-BOIS, 2006]

17.4.7.5 Traitement biologique

Pour une description générale, voir Section 20.11.8. En Allemagne, une seule installation est équipée d'un système de biofiltration pour la réduction des odeurs.

[13, DFIU and IFARE, 2002]

17.4.7.6 Oxydation thermique

Pour une description générale, voir Section 20.11.4. Bien que théoriquement applicable, cette technique n'est actuellement pas appliquée.

Cette technique peut être considérée comme non économiquement viable lorsque les concentrations de COV sont faibles et/ou les débits de gaz sont élevés, du fait de coûts d'investissement et d'exploitation élevés (ressource en chaleur supplémentaire, consommation électrique des ventilateurs). De nombreuses entreprises dans le secteur du bois fonctionnent de manière discontinue et sont organisées pour travailler avec une ou deux équipes. Il est donc difficile d'obtenir des conditions stables, car l'inertie thermique après le refroidissement réduit le rendement thermique, et certaines installations sont équipées d'équipements de contrôle du procédé complexes qui nécessitent du temps pour se stabiliser après le démarrage ou un ajustement. De plus, les charges de COV dans les flux de rejets gazeux peuvent être assez irrégulières durant un poste.

Cependant, elle peut être envisagée lorsqu'il n'y a pas d'alternative à l'utilisation de revêtements à forte teneur en solvants. Une oxydation thermique simple est bien adaptée à une utilisation intermittente et à des débits inférieurs à 2 000 m³/h, bien que les charges variables de COV puissent poser problème (voir Annexe 24.9).

[13, DFIU and IFARE, 2002] [147, Presti, 2005]

17.4.7.7 Oxydation par UV

Pour une description générale, voir Section 20.11.4.7. Les données rapportées sont applicables à la peinture des meubles et du bois lorsque des peintures à base de solvants sont utilisées. Cependant, cette

technique n'est actuellement pas utilisée dans ce secteur. Elle n'est pas non plus applicable lorsque du placage est enduit. Cette technique est parfois considérée comme non rentable pour ce secteur. [35, Aminal, et al., 2002] [13, DFIU and IFARE, 2002] [60, ESIG, 2000] [63, Vito, 2003] [76, TWG, 2004]

17.4.8 Traitement des eaux usées

17.4.8.1 Traitement des eaux usées dans les cabines de pulvérisation de peinture à séparation humide

Voir Section 20.7.4.1. La Section 20.12 décrit les options de traitement.

17.4.8.2 Ultrafiltration et nanofiltration

Pour une description générale, voir Section 20.12.6. Les cabines de pulvérisation à séparation humide sont utilisées et sont équipées d'une unité d'ultrafiltration pour séparer et récupérer le matériau de peinture. Cette technique est parfois considérée comme non rentable pour ce secteur. [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

17.4.9 Traitement des gaz résiduels

17.4.9.1 Récupération des solvants usagés par distillation

Pour une description générale, voir Sections 20.13.1 et 20.13.2.2. La récupération des agents de nettoyage est couramment appliquée, par exemple pour le revêtement des meubles en bois pour cuisine et salle de bain.

[4, Intergraf and EGF, 1999] [13, DFIU and IFARE, 2002] [62, CITEPA, 2003] [68, ACEA, 2004]

18.3 Consommations et niveaux d'émissions actuels de la préservation du bois

18.3.1 Bilans massiques

Aucune donnée fournie.

18.3.2 Consommations

18.3.2.1 Matériaux

Chaque m³ de bois nécessite 20 kg d'agents de préservation à base de solvants organiques, généralement du white spirit ou d'autres hydrocarbures à base de pétrole. Ceux-ci contiennent environ 90 % (m/m) de COV.

Pour la préservation d'un m³ de bois, environ 100 kg de créosote sont nécessaires. La créosote contient 20 % (m/m) de COV et une consommation variant de 100 à 600 l/m³ environ d'éclisse de bois de compression a été rapportée (en fonction de l'efficacité de la méthode de préservation utilisée).

La densité moyenne des bois généralement traités varie entre 500 et 600 kg/m³ (dans une plage de 370 à 930 kg/m³), mais on la prend souvent égale à 1 kg/m³ pour simplifier les calculs (www.simetric.co.uk/si_wood.htm).

Pour les pesticides dans les systèmes de préservation, voir Émissions, Section 18.3.3 ci-dessous. D'autres références identifient les pesticides et les systèmes individuels [150, UKHSE, 2006].

18.3.2.2 Eau

Aucune donnée fournie.

18.3.2.3 Énergie

Aucune donnée fournie.

18.3.3 Émissions

18.3.3.1 Émissions dans l'air

La principale source d'émissions provient de la teneur en solvants des substances appliquées. Les émissions diffuses et confinées peuvent être réduites au moyen d'un équipement de réduction. Les solvants qui restent dans le bois après séchage complet s'évaporent sur des périodes plus longues. Les émissions diffuses se produisent au cours des étapes de manipulation, d'application et de séchage. Cependant, la majorité des émissions ont lieu au cours du procédé de séchage.

Au niveau de l'UE-25 pour l'année 2000 (selon le modèle RAINS), les émissions de COVNM s'élevaient à 54,9 kt, soit 0,5 % des émissions totales de COVNM (les émissions totales estimées pour l'UE-15 s'élevaient à 47,5 kt/an en 1990). L'activité totale de cette industrie correspondait à 11,5 millions de m³, et le facteur d'émission moyen s'élevait à environ 4,8 kg de COVNM/m³, ce qui signifie que les émissions générées par ce secteur sont déjà partiellement traitées dans l'UE-25 (sur la base d'un facteur d'émissions non traitées de 19,8 kg/m³, voir Tableau 18.1). La contribution aux émissions totales de l'UE-15 varie de manière significative d'un pays à l'autre.

Les procédés qui utilisent des agents de préservation traditionnels à base de solvants sont susceptibles de nécessiter un traitement au moyen de techniques au point de rejet afin de se conformer aux exigences de la DES. Deux mesures secondaires sont possibles : l'oxydation thermique et l'adsorption du carbone. [140, EGTEI, 2005]

Les options permettant de réduire les émissions de COV au moyen de mesures primaires (en cours de procédé) et de mesures secondaires (au point de rejet) ont été estimées à un niveau européen. Les données sont tirées d'une installation de référence EGTEI de grande dimension [140, EGTEI, 2005] :

- * volume de bois à traiter : 5 000 m³/an
- * ressources en solvant : 99 t/an
- * heures à pleine charge : 6000 h/an
- * débit : 22 200 m³/heure.

La préservation du bois est peu susceptible d'être une source d'émissions significative de métaux lourds dans l'air.

CMP Code de mesure primaire, voir Tableau 18.2	CMS Code de mesure secondaire	FE de COVNM (kg/m ³)	Efficacité de la réduction (%)	Investissement (kEUR)	Frais d'exploitation variables (kEUR/an)	Frais d'exploitation fixes (kEUR/an)	Coût unitaire (EUR/t de COV réduit)	Coût unitaire (EUR/m ³)
00	00	19,80	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0
00	01	7,30	63,1	1 040,8	75,0	52,2	4 114	51,1
00	02	7,30	63,1	494,5	21,4	24,7	1 019	21,4
01	00	16,60	16,2	87,0	-11,5	-	-320	-1,0
01	01	6,10	69,2	1 055,5	55,4	48,4	3 293	45,9
01	02	6,10	69,2	542,9	8,4	22,8	827	18,8
02	00	11,00	44,4	102,0	-22,7	-	-346	-3,0
03	00	0,25	98,7	3,0	28,0	-	289	5,6
04	00	0,15	99,2	90,0	12,0	-	-55	-1,1

Tableau 18.1 : Facteurs d'émission (FE) par défaut pour la préservation du bois, efficacité de la réduction et coûts de chaque combinaison
[140, EGTEI, 2005]

Code de mesure primaire CMP	Description
00	100 % d'agents de préservation à base de solvants techniques d'application traditionnelles (trempage, application à la brosse, pulvérisation)
01	100 % d'agents de préservation à base de solvants technique d'application améliorée (système de préservation sous vide)
02	Optimisation du procédé 100 % d'agents de préservation à base de solvants plus concentrés technique d'application améliorée (système de préservation sous vide)
03	100 % d'agents de préservation à base d'eau techniques d'application traditionnelles (trempage, application à la brosse, pulvérisation)
04	100 % d'agents de préservation à base d'eau technique d'application améliorée (système de préservation sous vide)

Tableau 18.2 : Mesures de réduction primaires pour la préservation du bois
[140, EGTEI, 2005]

Code de mesure secondaire CMS	Description
00	Pas de mesure secondaire
01	Oxydation thermique (voir Section 20.11)
02	Adsorption et récupération de solvant (voir Section 20.11)

Tableau 18.3 : Mesures de réduction secondaires pour la préservation du bois
[140, EGTEI, 2005]

18.3.3.2 Émissions dans l'eau, le sol et les eaux souterraines

Les agents de préservation appliqués dans cette industrie sont écotoxiques par nature. L'industrie a généralement utilisé des POP et/ou des PBT. L'industrie a été une source significative de certains POP, comme les HAP et le PCP. Les émissions de HAP liées à l'utilisation de créosote sont importantes. En 1999, il a été rapporté que la préservation du bois contribuait à hauteur de 30 % au total des émissions de POP dans l'UE des 15 [151, EEA, 1999] [150, UKHSE, 2006].

Si l'utilisation et l'émission de ces substances ont diminué en raison des changements de plus en plus nombreux dans la législation et l'industrie, des substances comme la créosote, le tributylétain, le trichromate de sodium et l'oxyde de chrome (chrome hexavalent), l'oxyde d'arsenic, les sels de cuivre, etc., sont toujours utilisées (certaines ont été interdites en 2006). Des informations supplémentaires se trouvent dans les références.

Le passage à des substances moins nocives pour la santé humaine (dans la fabrication et l'application) ont conduit à l'utilisation de substances telles que les perméthrines. Celles-ci peuvent avoir une toxicité aquatique importante.

Le rejet de métaux lourds utilisés pour la préservation du bois dans le sol et dans l'eau pourrait être important (arsenic, zinc, cuivre, étain), voir ci-dessus.

18.3.3.3 Déchets

Aucune donnée fournie.

18.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la préservation du bois

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer à la préservation du bois. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques pourraient également s'appliquer à la préservation du bois. Le Tableau 18.4 présente les techniques générales applicables à la préservation du bois décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 18.4 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

Le document de synthèse EGTEI relatif à la préservation du bois (voir Section 18.3.3.1 et Annexe 24.1.1) donne des informations sur la rentabilité au niveau européen de certaines techniques de réduction des émissions de COV [141, EGTEI, 2005].

18.4.1 Agents de préservation traditionnels à base de solvants

Description : Les systèmes d'agent de préservation traditionnels se composent d'environ 10 % d'ingrédients actifs et de 90 % de solvants organiques, généralement du white spirit ou d'autres hydrocarbures à base de pétrole. Les ingrédients actifs sont des insecticides et des fongicides, par exemple du dinitrophénol, du pentachlorophénol, les chloronaphtalènes, les chlorobenzènes, le lindane, la dieldrine, les composés organo-phosphorés et carbamates, et les naphthénates de cuivre/zinc.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Écotoxicité des agents de préservation. Certains qui ont été (ou sont) utilisés sont des POP, d'autres des PBT.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Voir Tableau 18.1.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [108, DFIU/IFARE, 1999] [109, European Environmental Agency, 2001]

18.4.2 Remplacement des agents de préservation traditionnels à base de solvants (substitution)

18.4.2.1 Créosote

Description : La créosote est une huile obtenue par distillation de goudron de houille. Environ 10 % de la créosote utilisée dans la préservation du bois se compose de COV. Ceux-ci sont progressivement remplacés par des alternatives à base d'eau.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV par rapport aux agents de préservation traditionnels à base de solvants.

Effets croisés : La créosote contient des niveaux significatifs de HAP et est soumise à d'autres contrôles.

Données d'exploitation : Dans les installations industrielles, le bois pénètre dans une chambre qui peut être pressurisée avec de l'air. La chambre est remplie de créosote chaude pendant une à trois heures. Après le drainage, un vide est appliqué pour évacuer l'excédent de créosote. Le bois est laissé à sécher en plein air.

Applicabilité : La créosote est l'un des agents de préservation du bois le plus ancien et est utilisée pour des applications externes.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [108, DFIU/IFARE, 1999] [109, European Environmental Agency, 2001]

18.4.2.2 Systèmes de pesticides concentrés

Description : Des solutions à base de solvants avec une concentration de pesticides plus élevée peuvent être utilisées.

Avantages pour l'environnement : Le taux d'application est plus élevé pour la même quantité de solvant et d'énergie utilisée dans les cycles de procédé. Voir Tableau 18.1.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Voir Tableau 18.1.

Moteurs de la mise en œuvre : DES.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [140, EGTEI, 2005]

18.4.2.3 Agents de préservation à base d'eau

Description : Les agents de préservation à base d'eau se composent de solutions de sels dans l'eau. Les types au cuivre, au chrome et à l'arsenic sont les plus largement utilisés. Ils sont appliqués selon le même procédé que la créosote. À l'heure actuelle, les systèmes les plus récents utilisent des pesticides organiques présentant une toxicité moins importante, parfois associés à un ou plusieurs métaux.

Avantages pour l'environnement : Réduction moyenne estimée des émissions de COV de 99,2 %. Voir Tableau 18.1.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Voir Tableau 18.1.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [108, DFIU/IFARE, 1999] [109, European Environmental Agency, 2001] [140, EGTEI, 2005] [150, UKHSE, 2006]

18.4.3 Systèmes d'application

L'application de l'agent de préservation peut se faire au moyen de procédés sous vide, de procédés sous pression, par trempage, par pulvérisation ou par application à la brosse. Le procédé sous vide peut légèrement varier, en fonction de l'agent de préservation utilisé. Le rendement de l'application du pesticide par trempage et par application à la brosse avoisine les 90 %, et celui de l'utilisation d'un procédé sous vide avec un confinement total est proche de 100 %. L'efficacité de la pulvérisation est nettement inférieure, c'est-à-dire de 10 à 50 %.

[108, DFIU/IFARE, 1999] [109, European Environmental Agency, 2001]

18.4.3.1 Application sous vide

Description : Voir Figure 18.1. Dans les installations industrielles, le procédé sous double vide est couramment utilisé. Une installation de traitement se compose de trois récipients. Le récipient de traitement est constitué d'un système de chargement pour permettre de faire entrer ou sortir les lots de bois de l'installation, soit manuellement, soit automatiquement. La porte de ce récipient est munie de dispositifs de sécurité pour empêcher que le procédé ne commence tant qu'elle n'est pas complètement fermée et verrouillée et pour empêcher qu'elle s'ouvre tant que la totalité de l'agent de préservation n'a pas été évacué. Il y a habituellement deux récipients de stockage : le récipient de travail, qui contient l'agent de préservation devant remplir le récipient de traitement, et le récipient pour vrac, qui sert aux livraisons de l'agent de préservation qui sera ensuite vidé dans le récipient de travail.

Les six étapes principales sont :

(1) Vide initial – un vide initial est utilisé pour extraire l'air du bois. La longueur de cette période de vide et le niveau utilisé varient selon les spécifications. La quantité d'air retirée affectera l'absorption et la pénétration finale de l'agent de préservation. Pour contrôler les rétentions, certains procédés sont réalisés sans appliquer de vide initial.

(2) Remplissage – la solution d'agent de préservation est transférée du récipient de travail au récipient de traitement. S'il est appliqué, le vide est maintenu au cours du transfert pour ne pas annuler son effet.

(3) Période de pression – une fois le récipient de traitement rempli, le vide est supprimé et un retour à la pression atmosphérique est opéré. Le bois est conservé dans l'agent de préservation pendant une certaine période ou, lorsque les spécifications l'exigent, une pression positive faible est appliquée au cours de cette période.

(4) Drainage initial – à la fin de la période de pression, l'agent de préservation est renvoyé dans le récipient de travail.

(5) Vide final – un vide final est appliqué au bois à la fois pour retirer tout excédent d'agent de préservation de la couche de surface du bois et pour réduire le suintement du bois traité à la fin du procédé. Lorsque ce vide est supprimé, l'air retourne dans le récipient et dans les cellules de surface du bois, entraînant avec lui une partie du fluide d'agent de préservation résiduaire à la surface du bois.

(6) Drainage final – au cours du vide final, l'agent de préservation qui s'est accumulé dans le récipient de traitement est repompé dans le récipient de travail. Avant que le bois ne soit retiré du récipient, de l'air frais circule dans ce dernier pour éliminer les vapeurs de solvant de la zone de travail autour de la porte, afin de réduire au maximum l'exposition de l'opérateur.

Le bois est chargé en pente sur des chariots pour aider le bois à émerger le plus sec possible du procédé de traitement, et le récipient de traitement est rempli de bois jusqu'au maximum, lorsque cela est possible. Environ 15 à 25 % du solvant reste dans le bois. Une grande partie de ce solvant résiduaire est susceptible de s'évaporer au cours de la durée de vie du produit.

Les rejets de COV se produisent lors du transfert de l'agent de préservation du camion-citerne au récipient pour vrac, d'un récipient à un autre, à partir des systèmes de pompe à vide et du bois traité lui-même. Si des gouttelettes peuvent être présentes dans l'air, par exemple avec certains systèmes de vide, l'air circule tout d'abord dans un système de filtre coalescent. Toutes les émissions de l'installation sont évacuées du bâtiment de procédé.

Avantages pour l'environnement : Il est possible d'obtenir un rendement d'application de presque 100 % du système d'agent de préservation.

Effets croisés : Avec des systèmes de solvant et sans mesures supplémentaires, les émissions de COV s'élèvent toujours à environ 19,8 kg/m³.

Données d'exploitation : Voir Description.

Applicabilité : Largement utilisé.

Aspects économiques : Voir Tableau 18.1.

Moteurs de la mise en œuvre : Économique pour les applications à grande échelle. Voir Tableau 18.1.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [140, EGTEI, 2005] [149, UKDEFRA, 2004]

18.4.4 Traitement des gaz résiduels

Description : Les émissions peuvent être réduites en appliquant un plan de gestion des solvants (voir Section 20.3.1), en confinant le procédé dans la mesure du possible de sorte que l'air puisse être extrait par l'équipement de réduction (voir Section 18.3.3 ci-dessus) et en utilisant des revêtements alternatifs à faible teneur en solvants (voir Section 18.4.2.3). Les gaz résiduels extraits peuvent être traités. La Section 20.11 décrit différentes techniques de traitement des gaz résiduels pouvant être appliquées.

Avantages pour l'environnement : Une réduction de 70 % des émissions peut être obtenue grâce à ces mesures.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les documents de l'EGTEI couvrent l'utilisation de deux types de traitement des gaz résiduels : l'oxydation thermique et l'adsorption avec récupération de solvant. Il n'est pas précisé clairement si la récupération se fait sur site ou hors du site. Une adsorption sur cartouches avec une récupération hors du site ou une élimination peut également être envisagée.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Dans les grandes installations de préservation du bois, un traitement des émissions est réalisé. Dans les installations de plus petite dimension, il se peut que l'équipement de réduction ne soit économiquement pas viable. Voir Tableau 18.1. L'absorption de solvant avec récupération hors du site ou élimination des cartouches d'absorption pourrait ne pas être l'option la plus viable.

Moteurs de la mise en œuvre : DES.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [108, DFIU/IFARE, 1999] [109, European Environmental Agency, 2001] [140, EGTEI, 2005]

19 FABRICATION DES MIROIRS

[61, GEPVP, et al., 2004]

19.1 Généralités sur la fabrication des miroirs

La principale production de miroirs est généralement réalisée par de grandes multinationales dans des installations ayant des capacités supérieures à 2 millions de m²/an. Les plus grandes installations se trouvent en Allemagne, en France, en Espagne, en Italie, en Belgique, en Pologne, au Royaume-Uni, au Luxembourg et en République Tchèque. Il existe également des petits producteurs.

La demande totale en miroirs en Europe est estimée à 40 millions de m²/an. Cela génère une consommation de solvants annuelle variant entre 2000 et 3600 tonnes environ. Les applications générales des miroirs en Europe sont :

- * les miroirs pour salles de bain
- * les miroirs pour meubles
- * les utilisations architecturales, par exemple couverture de mur
- * les applications automobiles.

La consommation spécifique, par exemple horaire, de chaque installation dépend de la surface des miroirs produits. Les chaînes les plus importantes peuvent produire des miroirs de 6 m par 3,2 m, soit de 19 m². Étant donné que la production de miroirs est un procédé continu, la vitesse de la chaîne affecte également les taux de consommation horaires. Par conséquent, certaines chaînes dépassent le seuil de consommation annuel et horaire, alors que d'autres ne dépassent que le seuil annuel.

Il est estimé que le nombre de chaînes existant en Europe varie de 15 à 20. Normalement, le nombre d'employés travaillant sur une chaîne est peu important, bien que la majorité des chaînes fassent partie d'une grande société de fabrication.

19.2 Procédés et techniques appliqués pour la fabrication des miroirs

La chaîne de production est conçue comme un procédé continu. La feuille de verre repose sur une grande courroie de convoyage qui entraîne le miroir dans les différentes étapes de la fabrication. Les courroies de convoyage peuvent faire jusqu'à 3,5 m de large et plus de 150 m de long pour permettre la fabrication de miroirs de grande dimension. Généralement, les miroirs se composent d'un panneau de verre recouvert d'une couche métallique réfléchissante qui est protégée par une ou plusieurs couches de peinture. Après l'application de la couche de peinture, le miroir passe dans le four de séchage. La Figure 19.1 résume les différentes étapes de la fabrication des miroirs. Celles-ci sont décrites en détail dans les sections suivantes.

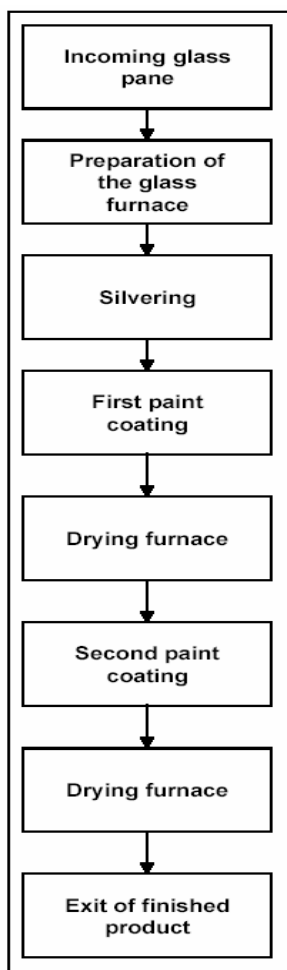


Figure 19.1 : Organigramme de la fabrication des miroirs
[61, GEPVP, et al., 2004]

19.2.1 Panneau de verre entrant

Le verre est habituellement transporté jusqu'à l'installation de fabrication de miroirs par camions. Il est ensuite stocké sur des plateformes de manutention et déchargé sur la chaîne de fabrication de miroirs au moyen de ventouses de levage. Aucun solvant n'est utilisé au cours de cette étape.

19.2.2 Préparation de la surface du verre

La préparation de la surface du verre consiste en un léger polissage au moyen d'une boue abrasive à base d'eau. Aucun solvant n'est utilisé au cours de cette étape. Les eaux usées sont traitées et la boue est récupérée pour être éliminée.

19.2.3 Argenture

La couche métallique réfléchissante est généralement faite d'argent, qui est sensible à la corrosion. Une description du procédé d'argenture se trouve dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2006]. À l'heure actuelle, la majeure partie des producteurs utilisent le procédé sur étain au lieu du procédé sur cuivre pour fixer la couche d'argent. Aucun solvant n'est utilisé au cours de cette étape.

19.2.4 Couche de peinture

Le verre passe à travers un rideau de peinture laminaire, qui s'écoule en continu depuis un montage en auge. L'excédent de peinture est constamment réutilisé, mais un supplément de solvant est ajouté pour garantir une bonne viscosité de l'application. La peinture utilisée est à base de solvants et contient 30 à 40 % (m/m) de solvant. La consommation de peinture varie entre 150 et 200 g/m². L'épaisseur totale de la couche/des couches de peinture séchée varie entre 40 et 70 µ.

19.2.5 Séchage

Après la couche de peinture, le miroir est transporté jusqu'au four de séchage, où le solvant est évaporé et la peinture est séchée, permettant sa polymérisation. Le séchage est favorisé en chauffant le produit par rayonnement infrarouge avec ou sans chaleur par convection.

19.2.6 Sortie du produit fini

À la fin de la chaîne, le miroir est déchargé au moyen de ventouses de levage et est empilé sur des plateformes de manutention. Aucun solvant n'est utilisé au cours de cette étape.

19.3 Consommation et niveaux d'émissions actuels de la fabrication de miroirs

19.3.1 Bilans massiques

Aucune donnée fournie.

19.3.2 Consommations

19.3.2.1 Matériaux

La quantité totale de solvants consommée varie entre 50 et 90 g/m², en fonction du type de produit fabriqué. Du solvant est également utilisé pour le nettoyage. Le solvant utilisé est le xylène.

La proportion la plus importante de solvant est utilisée pour ajuster la viscosité de la peinture appliquée sur le produit. Une petite quantité est utilisée pour le nettoyage, c'est-à-dire moins de 10 %. Lorsque ce solvant n'est pas contaminé, il est ajouté au solvant utilisé pour ajuster la viscosité de la peinture.

Normalement, 100 % du verre utilisé en entrée est transformé en miroir. Seules des pertes accidentelles de verre peuvent se produire (par exemple en raison de problèmes de qualité). Dans la plupart des cas, le verre/le miroir rejeté est recyclé.

19.3.2.2 Eau

La consommation d'eau varie entre 15 et 30 l/m².

19.3.2.3 Énergie

Aucune donnée fournie.

19.3.3 Émissions

19.3.3.1 Émissions dans l'air

La teneur en solvants dans le gaz propre peut être réduite à moins de 50 mg de C/Nm³ lors de l'utilisation d'un équipement de réduction. Des valeurs inférieures peuvent être obtenues dans les nouvelles installations. Dans les installations existantes, en raison de l'usure des pièces mobiles (comme les vannes), les niveaux d'émission augmentent. La nature des solvants utilisés peut également avoir un impact sur le niveau de réduction pouvant être obtenu. Le Tableau 19.1 présente les valeurs des émissions dans l'air mesurées dans trois installations différentes.

Chaîne	C (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)
1	57 (plage 20 -100)	65	43
2	16	120	< 25
3	55	98	41

Tableau 19.1 : Valeurs des émissions dans l'air sur trois chaînes de fabrication de miroirs différentes

Dans une installation disposant de bonnes pratiques de fabrication, toutes les zones dans lesquelles des solvants sont utilisés sont confinées et l'air contenant le solvant est extrait. 97,4 % du solvant est traité et détruit. Le reste, soit 2,6 %, est libéré dans l'air car sa concentration est trop faible pour être traitée.

19.3.3.2 Émissions dans l'eau

Étant donné qu'il n'y a aucun contact entre l'eau et le solvant à un quelconque endroit au cours du procédé, les eaux usées ne contiennent pas de solvant.

De l'eau est utilisée pour la préparation de la surface et l'application de l'étain (ou du cuivre) et de la couche d'argent (voir le BREF STM). Par conséquent, un traitement de l'eau est nécessaire pour en retirer les contaminants et garantir le recyclage de l'argent. Des techniques traditionnelles sont utilisées, par exemple, lorsque du cuivre est utilisé à la place de l'étain, un échange d'ions et un strippage de l'ammoniac peuvent être utilisés pour éliminer le cuivre présent dans les eaux usées. Le Tableau 19.2 présente les valeurs des émissions dans l'eau après traitement.

Composé	Valeur (mg/l)
NH ₃	100
Ag	0,5
Cu	4
Ce	5

Tableau 19.2 : Valeurs des émissions dans l'eau après traitement

19.3.3.3 Déchets

Les déchets qui contiennent des solvants sont essentiellement des chiffons provenant du nettoyage et du solvant usagé contenant de la peinture. Leur gestion et leur élimination sont dictées par leur composition et des mesures spécifiques pourraient être nécessaires en raison de leur teneur en solvants. Lorsqu'il ne contient aucun contaminant pouvant altérer la qualité du produit fini, le solvant usagé est réutilisé pour ajuster la viscosité de la peinture. Les conteneurs de peinture réutilisables ou recyclables sont couramment utilisés dans la production de miroirs.

19.4 Techniques à prendre en considération pour déterminer les MTD pour la fabrication des miroirs

19.4.1 Techniques générales pour la fabrication de miroirs

Dans le Chapitre 20, certaines des techniques décrites peuvent également s'appliquer à la fabrication de miroirs. Dans la Section 20.7, les techniques pertinentes pour l'application de peinture sont abordées. Ces techniques pourraient également s'appliquer à la fabrication de miroirs. Le Tableau 19.3 présente les techniques générales applicables à la fabrication de miroirs décrites dans le Chapitre 20 et/ou la Section 20.7. Ces techniques ne sont normalement pas répétées dans cette section, à moins que des informations propres à cette industrie soient disponibles. Le Tableau 20.1 donne une description du type d'informations prises en compte pour chaque technique.

Technique	Numéro de section
Outils de management environnemental	20.1.1
Amélioration environnementale continue	20.1.2
Analyse comparative	20.1.3
Conception, construction et exploitation des installations	20.2
Surveillance	20.3
Bilans massiques des solvants	20.3.1
Gestion de l'eau	20.4
Gestion de l'énergie	20.5
Gestion des matières premières	20.6
Procédés et équipements de revêtement	20.7
Séchage	20.8
Nettoyage	20.9
Substitution : utilisation de substances moins nocives	20.10
Traitement des gaz résiduels	20.11
Confinement et collecte des gaz résiduels	20.11.2
Oxydation	20.11.4
Condensation	20.11.5
Adsorption	20.11.6
Traitement des eaux usées	20.12
Réduction maximale des déchets et traitement	20.13
Récupération des solvants usagés issus des procédés	20.13.1
Réduction de la poussière	20.14
Réduction des odeurs	20.15
Réduction du bruit	20.16

Tableau 19.3 : Référence aux techniques généralement applicables dans ce secteur

19.4.2 Remplacement des peintures traditionnelles à base de solvants (substitution)

19.4.2.1 Peintures à haut extrait sec

Pour une description générale, voir Section 20.7.2.2. L'industrie du miroir utilise déjà ce type de peinture. La teneur en solvants dans la peinture varie entre 30 et 40 % (m/m).

19.4.3 Techniques et équipements d'application de peinture

19.4.3.1 Application au rideau

Description : Pour une description générale, voir Section 20.7.3.2. Le verre passe à travers un rideau de peinture laminaire, qui s'écoule en continu depuis un montage en auge. Cela permet la fabrication de miroirs de grande dimension tout en assurant la qualité requise au niveau de l'équivalence des couches. L'excédent de peinture est constamment réutilisé, mais un supplément de solvant est ajouté pour garantir la bonne viscosité de l'application.

La peinture utilisée est à base de solvants et contient 30 à 40 % (m/m) de solvant. La consommation de peinture varie entre 150 et 200 g/m². Dans le passé, la peinture contenait des quantités importantes de plomb (jusqu'à 15 %). À l'heure actuelle, les nouveaux développements dans la fabrication de miroirs permettent à l'industrie d'utiliser une peinture à faible teneur en plomb (inférieure à 0,5 %). Ce type de peinture ne contient pas de chromate.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Cette technique est largement utilisée dans les installations de fabrication de grands miroirs.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [61, GEPVP, et al., 2004]

19.4.4 Séchage

Les techniques suivantes sont appliquées :

- * durcissement par rayonnement infrarouge (voir Section 20.8.2.1)
- * réacteur thermique (voir Section 20.8.3)
- * durcissement par rayonnement ultraviolet (voir Section 20.8.2.3).

19.4.5 Traitement des gaz résiduels

Description : Les zones dans lesquelles la peinture est mélangée et appliquée sur le miroir sont encoffrées et équipées d'un système d'extraction d'air qui achemine les émissions de solvant vers l'équipement de traitement des gaz résiduels (voir Section 20.11.2). À l'heure actuelle, toute technique d'oxydation décrite dans la Section 20.11.4 peut être utilisée.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Étant donné la quantité de solvant par mètre cube dans les gaz de combustion, un grand nombre de fabricants de miroirs utilisent des oxydants thermiques régénérateurs – systèmes à lits multiples (voir Sections 20.11.4.4 et 20.11.4.5). Comme le solvant est essentiellement du xylène, une faible température de combustion (750 – 800 °C) peut être appliquée. Seuls des niveaux faibles de NO_x se forment. Les oxydants thermiques régénérateurs sont particulièrement adaptés aux installations qui fonctionnent en continu, c'est-à-dire 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Pour les installations qui fonctionnent, par exemple, seulement 8 heures par jour et 5 jours par semaine, cette technique pourrait ne pas être adaptée, car la température de l'installation doit être maintenue pendant les heures d'arrêt. Dans ce cas, d'autres techniques d'oxydation pourraient être plus adaptées.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [61, GEPVP, et al., 2004]

20 TECHNIQUES À PRENDRE EN CONSIDÉRATION POUR DÉTERMINER LES MTD APPLICABLES À TOUTES LES INDUSTRIES

Ce chapitre présente les techniques généralement considérées comme permettant d'atteindre un niveau élevé de protection de l'environnement au sein des industries couvertes par ce document. Les techniques à prendre en considération pour chaque industrie spécifique sont présentées dans la Section X.4 (X représentant le numéro du chapitre consacré à l'industrie en question).

Les systèmes de gestion, les techniques intégrées aux procédés et les mesures au point de rejet sont traités, mais ces trois axes se recoupent lorsqu'il s'agit de rechercher des résultats optimaux.

Les procédures de prévention, de contrôle, de réduction maximale et de recyclage sont prises en compte, tout comme la réutilisation des matériaux et de l'énergie.

Les techniques sont présentées seules ou en combinaison (à la fois dans ce chapitre et dans les Sections pertinentes X.4) afin d'atteindre les objectifs de l'IPPC. L'Annexe IV de la Directive énumère un certain nombre de considérations générales à prendre en compte lors de la détermination des MTD et les techniques contenues dans ce chapitre répondront à une ou plusieurs de ces considérations. Dans la mesure du possible, les techniques sont décrites en suivant la même structure, afin de pouvoir les comparer facilement et de permettre une évaluation objective au regard de la définition des MTD donnée dans la Directive.

Ce chapitre et les Sections X.4 ne constituent pas une liste exhaustive des techniques ; d'autres techniques, tout aussi valables dans le cadre des MTD, peuvent exister ou émerger.

Chaque technique est généralement présentée selon la structure standard du Tableau 20.1 :

Type d'information considérée	Type d'information incluse
Description	Description de la technique
Avantages pour l'environnement	Principaux impacts sur l'environnement que la technique doit traiter (procédé ou réduction), y compris les valeurs d'émissions atteintes et le niveau d'efficacité. Avantages de cette technique pour l'environnement par rapport aux autres techniques.
Effets croisés	Effets secondaires ou inconvénients de la technique. Précisions sur les problèmes environnementaux liés à cette technique par rapport à ceux d'autres techniques.
Données d'exploitation	Performance en termes d'émissions/déchets et de consommation (matières premières, eau, énergie). Toute autre information utile sur le mode d'exploitation, d'entretien et de contrôle de la technique, y compris les aspects liés à la sécurité, les contraintes opérationnelles de la technique, la qualité de la production, etc.
Applicabilité	Prise en compte des facteurs impliqués par l'application et la modernisation de la technique (par exemple espace disponible, spécificités du procédé).
Aspects économiques	Informations sur les coûts (d'investissement et d'exploitation), les économies possibles (par exemple, réduction de la consommation de matières premières, coûts relatifs aux déchets), en fonction de la capacité de la technique.
Moteurs de la mise en œuvre	Raisons justifiant l'application de la technique (par exemple une nouvelle législation, une amélioration de la qualité de la production).
Installations de référence	Exemples d'installations dans lesquelles la technique est utilisée.
Littérature de référence	Documents permettant d'obtenir de plus amples informations sur la technique.

Tableau 20.1 : Plan de présentation des techniques décrites dans le Chapitre 20 et dans toutes les Sections 4 des Chapitres 2 à 19

20.1 Techniques de management environnemental

20.1.1 Outils de management environnemental

Description : On obtient généralement la meilleure performance environnementale par l'utilisation de la meilleure technique et par son exploitation de la manière la plus effective et la plus efficace possible. Ce point est reconnu dans la définition du terme « techniques » de la Directive IPPC comme étant « *aussi bien les techniques employées que la manière dont l'installation est conçue, construite, entretenue, exploitée et mise à l'arrêt* ».

Pour les installations IPPC, un système de management environnemental (SME) est un outil que les opérateurs peuvent utiliser pour traiter ces questions de conception, de construction, d'exploitation et de déclassement d'une façon systématique et démontrable. Un SME inclut la structure organisationnelle, les responsabilités, les pratiques, les procédures, les procédés et les ressources pour développer, mettre en œuvre, revoir et contrôler la politique environnementale. Les systèmes de management environnemental sont plus effectifs et plus efficaces lorsqu'ils font partie intégrante de la gestion et de l'exploitation globales d'une installation.

Dans l'Union Européenne, de nombreuses organisations ont décidé volontairement de mettre en œuvre des systèmes de management environnemental basés sur la norme EN ISO 14001:1996 ou sur le système de management environnemental et d'audit SMEA de l'UE. Le SMEA inclut les exigences contenues dans le système de management de l'EN ISO 14001, mais insiste davantage sur la conformité juridique, la performance environnementale et l'implication des employés ; il exige également la vérification externe du système de management et la validation d'une déclaration environnementale publique (dans la norme EN ISO 14001, une auto-déclaration constitue une alternative à la vérification externe). De nombreuses organisations ont aussi décidé de mettre en place des SME non normalisés.

Tandis que les systèmes normalisés (EN ISO 14001:1996 et SMEA) et les systèmes non normalisés (« personnalisés ») considèrent en principe *l'organisation* comme étant l'entité, ce document adopte une approche plus étroite, qui n'inclut pas toutes les activités de l'organisation, comme celles qui concernent ses produits et ses services, car l'entité réglementée au sens de la Directive IPPC est *l'installation* (comme cela est défini dans l'Article 2).

Un système de management environnemental (SME) pour une installation IPPC peut contenir les composants suivants :

- (a) la définition d'une politique environnementale
- (b) la planification et l'établissement des objectifs et des cibles
- (c) la mise en œuvre et l'exploitation des procédures
- (d) la vérification et les actions correctives
- (e) la revue de direction
- (f) la préparation d'une déclaration environnementale régulière
- (g) la validation par un organisme de certification ou par un vérificateur SME externe
- (h) les considérations de conception pour le déclassement d'une installation en fin de vie
- (i) le développement de techniques plus propres
- (j) l'analyse comparative.

Ces points sont expliqués plus en détail ci-dessous. Pour de plus amples informations sur les composants (a) à (g), qui sont tous inclus dans le SMEA, le lecteur est renvoyé à la littérature de référence indiquée ci-après.

(a) Définition d'une politique environnementale

La Direction est responsable de la définition de la politique environnementale d'une installation et de s'assurer que :

- elle est adaptée à la nature, à l'échelle et aux impacts environnementaux des activités
- elle comprend un engagement à prévenir et à contrôler la pollution
- elle comprend un engagement à se conformer à la législation et à toutes les réglementations environnementales applicables pertinentes, et aux autres exigences auxquelles l'organisation souscrit
- elle fournit un cadre pour fixer et revoir les objectifs et les cibles relatifs à l'environnement

- elle est documentée et communiquée à tous les employés
- elle est mise à la disposition du public et de toutes les parties intéressées.
- **(b) Planification, c'est-à-dire :**
 - les procédures d'identification des aspects environnementaux de l'installation, afin de déterminer les activités qui ont ou peuvent avoir des impacts significatifs sur l'environnement, et de mise à jour de ces informations.
 - les procédures d'identification et d'accès aux exigences juridiques et autres auxquelles l'organisation souscrit et qui sont applicables aux aspects environnementaux de ses activités
 - l'établissement et la revue des objectifs et des cibles environnementaux documentés, en prenant en compte les exigences juridiques et autres et les points de vue des parties intéressées.
 - l'établissement et la mise à jour régulière d'un programme de management environnemental, incluant la désignation de la responsabilité en matière d'atteinte des objectifs et des cibles à chaque poste et à chaque niveau pertinent ainsi que les moyens et le calendrier pour les atteindre.
- **(c) Mise en œuvre et exploitation des procédures**

Il est important que des systèmes soient en place pour s'assurer que les procédures sont connues, comprises et respectées, et par conséquent un management environnemental effectif inclut :

- (i) Structure et responsabilités
 - définir, documenter et communiquer les rôles, les responsabilités et les autorités, ce qui comprend la nomination d'un représentant spécifique du management
 - fournir les ressources essentielles à la mise en œuvre et au contrôle du système de management environnemental, y compris les ressources humaines et les compétences spécialisées, la technique et les ressources financières.
- (ii) Formation, sensibilisation et compétences
 - identifier les besoins en formation pour garantir que tout le personnel dont le travail pourrait affecter de façon significative les impacts environnementaux de l'activité a reçu une formation appropriée.
- (iii) Communication
 - établir et maintenir des procédures de communication interne entre les divers niveaux et fonctions de l'installation, ainsi que des procédures qui favorisent le dialogue avec les parties externes intéressées et des procédures de réception, de documentation et, dans la mesure du raisonnable, de réponse aux communications pertinentes émanant des parties externes intéressées.
- (iv) Implication des employés
 - impliquer les employés au processus qui vise à atteindre un haut niveau de performance environnementale en appliquant des formes de participation appropriées comme le système de livre de suggestions ou des travaux de groupe basés sur le projet ou encore des comités environnementaux.
- (v) Documentation
 - établir et tenir des informations à jour, au format papier ou électronique, pour décrire les éléments centraux du système de management et leurs interactions et pour apporter une direction à la documentation annexe.
- (vi) Contrôle efficace du procédé
 - contrôler de façon adéquate les procédés dans toutes les conditions d'exploitation, c'est-à-dire préparation, démarrage, fonctionnement en routine, arrêt et conditions anormales
 - identifier les indicateurs de performance clés et les méthodes de mesure et de contrôle de ces paramètres (comme le débit, la pression, la température, la composition et la quantité)
 - documenter et analyser les conditions d'exploitation anormales pour identifier les causes racines afin de les traiter pour s'assurer que les événements ne se reproduisent pas (cela peut être facilité par la culture du « non blâme », où l'identification des causes est plus importante que la désignation des coupables).
- (vii) Programme de maintenance

- établir un programme structuré de maintenance basé sur les descriptions techniques des équipements, sur les normes, etc. ainsi que sur toutes les pannes d'équipements et leurs conséquences
- supporter le programme de maintenance grâce à des systèmes de tenue à jour des registres appropriés et des tests diagnostiques
- allouer clairement la responsabilité de la planification et de l'exécution de la maintenance.

(viii) Préparation et réponse en cas d'urgence

- établir et maintenir des procédures d'identification du potentiel d'accidents et de la réponse aux accidents et aux situations d'urgence, et des procédures de prévention et d'atténuation des impacts environnementaux qui pourraient leurs être associées.

• **(d) vérification et actions correctives, c'est-à-dire :**

(i) Contrôle et mesures

- établir et maintenir des procédures documentées pour contrôler et mesurer régulièrement les caractéristiques clés des opérations et des activités pouvant avoir un impact significatif sur l'environnement, y compris l'enregistrement des informations pour une performance de suivi, les contrôles opérationnels pertinents et la conformité aux objectifs et aux cibles environnementaux de l'installation (*voir aussi le document de référence sur la surveillance des émissions*)
- établir et maintenir une procédure documentée pour évaluer périodiquement la conformité à la législation et aux réglementations environnementales pertinentes.

(ii) Actions correctives et préventives

- établir et maintenir des procédures de définition de la responsabilité et de l'autorité chargée de gérer et d'enquêter sur la non-conformité aux conditions d'autorisation, aux autres exigences juridiques ainsi qu'aux objectifs et cibles, de prendre des mesures pour atténuer tout impact causé et d'initier et de mener à bien les mesures préventives et correctives appropriées à l'ampleur du problème et proportionnelles à l'impact environnemental rencontré.

(iii) Registres

- établir et maintenir des procédures d'identification, de maintenance et de tenue de registres environnementaux lisibles, identifiables et traçables, y compris les registres de formation et les résultats des audits et des revues.

(iv) Audit

- établir et maintenir un ou des programmes et des procédures d'audits périodiques du système de management environnemental incluant des discussions avec le personnel, l'inspection des conditions d'exploitation et des équipements et la revue des registres et de la documentation, et résultant en un rapport écrit, qui doit être rédigé de façon impartiale et objective par les employés (audits internes) ou par des parties externes (audits externes), et qui doit aborder la portée, la fréquence et les méthodologies de l'audit, ainsi que les responsabilités et les conditions de conduite des audits et de compte-rendu des résultats, afin de déterminer si le système de management environnemental respecte ou non les arrangements prévus et s'il a été correctement mis en œuvre et maintenu
- mener à bien l'audit ou le cycle d'audit, de façon appropriée, à des intervalles de temps inférieurs à trois ans, en fonction de la nature, de l'échelle et de la complexité des activités, de l'importance des impacts environnementaux associés, de l'importance et de l'urgence des problèmes détectés par des audits précédents et de l'historique des problèmes environnementaux - les activités plus complexes ayant un impact environnemental plus significatif sont auditées plus fréquemment
- avoir des mécanismes appropriés en place pour s'assurer que les résultats de l'audit sont suivis.

(v) Évaluation périodique de la conformité juridique

- revoir la conformité à la législation environnementale applicable et les conditions du (des) permis environnementaux détenus par l'installation
- documenter l'évaluation.

• **(e) revue de direction, c'est-à-dire :**

- revoir, à des intervalles de temps que la Direction détermine, le système de management environnemental, pour assurer son adaptabilité, son adéquation et son efficacité continues

- s'assurer que les informations nécessaires sont collectées pour permettre à la Direction de mener cette évaluation
 - documenter la revue.
- **(f) préparation d'une déclaration environnementale régulière :**
 - préparer une déclaration environnementale s'intéressant en particulier aux résultats atteints par l'installation par rapport à ses objectifs et à ses cibles environnementaux. Elle est régulièrement menée - une fois par an ou moins fréquemment en fonction de l'importance des émissions, de la génération de déchets, etc. Elle considère les besoins en informations des parties intéressées pertinentes et elle est mise à disposition du public (par exemple publications électroniques, bibliothèques, etc.).

Lors de la production d'une étude, l'opérateur peut utiliser les indicateurs de performance environnementale en place et pertinents, en s'assurant que les indicateurs choisis :

- i. donnent une évaluation précise de la performance de l'installation
 - ii. sont compréhensibles et sans ambiguïtés
 - iii. permettent une comparaison d'une année sur l'autre pour évaluer le développement de la performance environnementale de l'installation
 - iv. permettent une comparaison avec les références du secteur, nationales ou régionales suivant le cas
 - v. permettent une comparaison avec les exigences réglementaires appropriées
- **(g) validation par un organisme de certification ou par un vérificateur SME externe :**
 - faire examiner et valider le système de management, la procédure d'audit et la déclaration environnementale par un organisme de certification accrédité ou par un vérificateur SME externe peut, si cela est mené correctement, renforcer la crédibilité du système.
- **(h) considérations de conception pour le déclassement d'une installation en fin de vie**
 - prendre en compte l'impact environnemental du déclassement éventuel de l'unité au moment de la conception d'une nouvelle installation, car la prévoyance rend le déclassement plus aisé, plus propre et moins cher
 - un déclassement entraîne des risques environnementaux de contamination de la terre (et des nappes phréatiques) et génère de grandes quantités de déchets solides. Les techniques préventives sont propres au procédé en question mais des considérations générales peuvent inclure :
 - vi. éviter les structures souterraines
 - vii. incorporer des éléments qui facilitent le déclassement
 - viii. choisir des finitions de surface qui sont aisément décontaminées
 - ix. utiliser une configuration d'équipements qui réduise au maximum les produits chimiques piégés et qui facilite la vidange ou le nettoyage
 - x. concevoir des unités flexibles, indépendantes qui permettent une fermeture progressive
 - xi. utiliser des matériaux biodégradables et recyclables lorsque cela est possible.
- **(i) développement de techniques plus propres**
 - la protection environnementale devrait être un élément inhérent à toute activité de conception de procédé menée par l'opérateur, car les techniques incorporées le plus tôt possible dès le stade de la conception sont à la fois plus efficaces et moins chères. Le développement de techniques plus propres peut par exemple se faire via des activités de R&D ou des études. Comme alternatives aux activités internes, des arrangements peuvent être mis en place pour rester à la pointe grâce – lorsque cela est possible – au travail réalisé par d'autres opérateurs ou par des instituts de recherche actifs dans le domaine en question.
- **(j) analyse comparative, c'est-à-dire :**
 - procéder à des comparaisons systématiques et régulières par rapport aux références du secteur, nationales ou régionales, incluant le rendement énergétique et les activités de conservation de l'énergie, le choix des matières premières, les émissions dans l'air et les déversements dans

l'eau (en utilisant par exemple le Registre Européen des Émissions de Polluants, EPER), la consommation d'eau et la génération de déchets.

SME normalisés et non normalisés

Un SME peut prendre la forme d'un système normalisé ou non normalisé (« personnalisé »). La mise en œuvre et l'adhésion à un système normalisé accepté internationalement comme l'est la norme EN ISO 14001:1996 peut apporter une plus grande crédibilité au SME, en particulier lorsqu'il est soumis à une vérification externe correctement accomplie. Le SMEA apporte une crédibilité supplémentaire du fait de l'interaction avec le public via une déclaration environnementale et du mécanisme pour assurer la conformité à la législation environnementale applicable. Cependant, les systèmes non normalisés peuvent en principe être tout aussi efficaces à condition qu'ils soient correctement conçus et mis en œuvre.

(Règlement (CE) N° 761/2001 du Parlement et du Conseil Européen permettant la participation volontaire d'organisations au système de management environnemental et d'audit (SMEA), JO L 114, 24/4/2001, http://europa.eu.int/comm/environment/emas/index_en.htm)

(EN ISO 14001:2004, <http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/iso14000/iso14000index.html> ; <http://www.tc207.org>)

Avantages pour l'environnement : La mise en œuvre et l'adhésion à un SME porte l'attention de l'opérateur sur la performance environnementale de l'installation. La maintenance et la conformité à des procédures d'exploitation claires dans des situations normales et anormales et les lignes de responsabilité associées devraient en particulier garantir que les conditions d'autorisation de l'installation et autres cibles et objectifs environnementaux sont respectés à tout moment.

Les systèmes de management environnemental assurent en général l'amélioration continue de la performance environnementale de l'installation. Plus le point de départ est mauvais, plus des améliorations significatives peuvent être attendues à court terme. Si l'installation dispose déjà d'une bonne performance environnementale générale, le système aide l'opérateur à maintenir son haut niveau de performance.

Effets croisés : Les techniques de management environnemental sont conçues pour traiter l'impact environnemental dans son ensemble, ce qui est conforme à l'approche intégrée de la Directive IPPC.

Données d'exploitation : Aucune donnée spécifique rapportée.

Applicabilité : Les composants décrits plus haut peuvent généralement s'appliquer à toutes les installations IPPC. La portée (comme le niveau de détails) et la nature du SME (par exemple normalisé ou non normalisé) seront généralement liées à la nature, à l'échelle et à la complexité de l'installation, et à l'étendue des impacts environnementaux qu'elle peut provoquer.

Aspects économiques : Il est difficile de déterminer précisément les coûts et les bénéfices économiques de l'introduction et du maintien d'un bon SME. Un certain nombre d'études sont présentées ci-dessous. Cependant, celles-ci ne sont que des exemples et leurs résultats ne sont pas entièrement cohérents. Elles peuvent ne pas être représentatives de tous les secteurs dans l'UE et doivent donc être traitées avec prudence.

Une étude suédoise menée en 1999 s'est penchée sur les 360 sociétés certifiées ISO et enregistrées SMEA en Suède. Avec un taux de réponse de 50 %, ses conclusions étaient notamment que :

- les dépenses d'introduction et d'exploitation d'un SME sont élevées mais ne sont pas déraisonnables, sauf dans le cas de très petites entreprises. Les dépenses devraient décroître à l'avenir
- un plus haut degré de coordination et d'intégration d'un SME à d'autres systèmes de management est un moyen possible de diminuer les coûts
- la moitié de tous les objectifs et cibles environnementaux permet une période de recouvrement inférieure à un an grâce aux économies réalisées et/ou à l'augmentation des formulations
- les économies de coûts les plus importantes ont été réalisées grâce à une réduction des dépenses d'énergie, et au traitement des déchets et des matières premières
- la majorité des sociétés pensent que leur position sur le marché a été renforcée via le SME. Un tiers des compagnies a rapporté des recettes croissantes du fait du SME.

Dans certains États membres, des frais de supervision réduits sont facturés si l'installation dispose d'une certification.

Un certain nombre d'études montrent qu'il existe une relation inverse entre la taille de l'entreprise et le coût de mise en œuvre du SME. Une relation inverse similaire existe pour la période de recouvrement du capital investi. Ces deux éléments impliquent une relation de rentabilité moins favorable en ce qui concerne la mise en œuvre d'un SME dans les PME par rapport aux grandes entreprises.

Selon une étude suisse, le coût moyen de construction et d'exploitation de la norme ISO 14001 peut varier :

- pour une compagnie comprenant de 1 à 49 employés : 64 000 CHF (44 000 EUR) pour construire le SME et 16 000 CHF (11 000 EUR) par an pour l'exploiter
- pour un site industriel de plus de 250 employés : 367 000 CHF (252 000 EUR) pour construire le SME et 155 000 CHF (106 000 EUR) par an pour l'exploiter.

Ces chiffres moyens ne représentent pas nécessairement le coût réel pour un site industriel donné car ce coût est aussi fortement dépendant d'un certain nombre d'éléments significatifs (polluants, consommation d'énergie,...) et de la complexité des problèmes à étudier.

Une étude allemande récente (*Schaltegger, Stefan et Wagner, Marcus, Umweltmanagement in deutschen Unternehmen - der aktuelle Stand der Praxis, Février 2002, p. 106*) présente les coûts d'un SMEA dans les différentes branches suivantes. On peut noter que ces chiffres sont bien inférieurs à ceux de l'étude suisse citée ci-dessus. Cela confirme la difficulté à déterminer les coûts d'un SME.

Coûts de construction (EUR) :

- au minimum : 18 750
- au maximum : 75 000
- en moyenne : 50 000

Coûts de validation (EUR) :

- au minimum : 5 000
- au maximum : 12 500
- en moyenne : 6000

Une étude menée par l'Institut Allemand des Entrepreneurs (*Unternehmerinstitut/Arbeitsgemeinschaft Selbständiger Unternehmer UNI/ASU, 1997, Umweltmanagementbefragung - Öko-Audit in der mittelständischen Praxis - Evaluierung und Ansätze für eine Effizienzsteigerung von Umweltmanagementsystemen in der Praxis, Bonn*) fournit des informations sur les économies moyennes réalisées en un an grâce à un SMEA et sur la période de recouvrement moyenne. Par exemple, pour des coûts de mise en œuvre de 80 000 EUR, elle estime les économies moyennes à 50 000 EUR par an, avec une période de recouvrement d'environ un an et demi.

On peut estimer les coûts externes se rapportant à la vérification du système à partir des conseils émis par le Forum International d'Accréditation (<http://www.iaf.nu>).

Moteurs de la mise en œuvre : Les systèmes de management environnemental peuvent apporter un certain nombre d'avantages, par exemple :

- un meilleur aperçu des aspects environnementaux de la société
- une meilleure base pour la prise de décision
- une meilleure motivation du personnel
- des opportunités supplémentaires de réduction des coûts d'exploitation et d'amélioration de la qualité du produit
- une meilleure performance environnementale
- une meilleure image de la société
- des coûts de responsabilité, d'assurance et de non-conformité réduits
- une meilleure image auprès des employés, des clients et des investisseurs
- une plus grande confiance accordée par les autorités réglementaires, ce qui pourrait aboutir à une supervision réglementaire réduite
- une meilleure relation avec les groupes de défense de l'environnement.

Installations de référence : Les éléments décrits de (a) à (e) ci-dessus proviennent de la norme EN ISO 14001:1996 (à présent EN ISO 14001:2004) et du système de management environnemental et d'audit (SMEA), alors que les éléments de (f) à (g) sont spécifiques au SMEA. Ces deux systèmes normalisés sont appliqués dans un certain nombre d'installations IPPC. Par exemple, 357 organisations au sein de l'industrie chimique et des produits chimiques de l'UE (NACE code 24) étaient enregistrées SMEA en juillet 2002, la majorité d'entre elles exploitant des installations IPPC.

Au Royaume-Uni, l'Environment Agency of England and Wales a mené, en 2001, une étude auprès des installations réglementées IPC (le précurseur d'IPPC). Cette étude a montré que 32 % des sondés étaient certifiés ISO 14001 (ce qui correspond à 21 % de toutes les installations IPC) et 7 % étaient enregistrés SMEA. Toutes les cimenteries du Royaume-Uni (environ 20) sont certifiées ISO 14001 et la majorité sont enregistrées SMEA. En Irlande, où l'établissement d'un SME (pas nécessairement normalisé) est exigé pour les licences IPC, on estime le nombre d'installations qui ont établi un SME selon l'ISO 14001:2004 à 100 sur environ 500 installations licenciées, les 400 autres ayant opté pour un SME non normalisé.

Aux Pays-Bas, il existe un SME spécifique pour les PME afin de réduire les coûts et le temps de gestion nécessaires à l'introduction des systèmes.

Littérature de référence :

* Règlement (CE) N° 761/2001 du Parlement et du Conseil Européen permettant la participation volontaire d'organisations au système de management environnemental et d'audit (SMEA), JO L 114, 24/4/2001, http://europa.eu.int/comm/environment/emas/index_en.htm

* EN ISO 14001:2004

- o <http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/iso14000/iso14000index.html> ;
- o <http://www.tc207.org> [128, TWG, 2005]

20.1.2 Amélioration environnementale continue et effets croisés

Description : Une composante importante d'un SME est le maintien de l'amélioration environnementale générale. Il est essentiel que l'opérateur comprenne ce qui se passe au niveau des ressources (comprene le procédé), comme les solvants, et la façon dont leur consommation entraîne des émissions. Il est également important, lorsqu'il s'agit de contrôler des ressources et des productions significatives, de maintenir un bon équilibre entre la réduction des émissions de solvants et les effets croisés, comme la consommation d'énergie, d'eau et de matières premières. Ces mesures réduisent l'empreinte environnementale de l'installation.

Tandis que le bilan solvants (voir Section 20.3.1) est important dans ces industries, toutes les consommations et émissions significatives devraient être gérées de façon coordonnée sur le court, moyen et long terme, en conjonction avec la planification financière et les cycles d'investissement, c'est-à-dire que le fait d'adopter à court terme des solutions au point de rejet pour les émissions de solvants peut obliger l'opérateur à une consommation d'énergie plus élevée sur le long terme, et reporter ainsi les investissements dans des solutions plus bénéfiques pour l'environnement. Cela nécessitera une certaine prise en compte des effets croisés, et une aide à ce sujet et sur les questions de coûts et de rentabilité est apportée dans le BREF ECM [97, EIPPCB, 2005] et dans la Section 20.1.4.

Avantages pour l'environnement : La réduction à long terme des émissions de solvants, et une réduction de la consommation d'eau et d'énergie.

Effets croisés : Une partie des consommations et des émissions de l'exploitation, comme les émissions de solvants, peut être proportionnellement plus élevée pendant une période de temps jusqu'à ce qu'un investissement à long terme soit réalisé.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : L'étendue de cet exercice dépendra de la taille de l'installation et du nombre de variables. Il est rare de réaliser des études croisées complètes. Voir Installations de référence ci-dessous.

Aspects économiques : Permettre de réaliser des investissements de capitaux en connaissance de cause pour réduire l'empreinte environnementale globale et tirer le meilleur parti des investissements réalisés.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Un exemple de prise en compte des effets croisés est donné dans le BREF ECM [97, EIPPCB, 2005].

Applicabilité aux PME : Bovince Ltd, Londres, Royaume-Uni, est une petite imprimerie d'environ 48 employés, spécialisée dans la sérigraphie et l'impression numérique. Elle applique une politique de développement durable et gère un SME avec un programme d'amélioration continue. L'introduction progressive d'un nettoyage automatique des écrans avec récupération du solvant, d'encre ultraviolette sur autant de postes que possible et d'un bon entretien ont mené à une réduction de 50 % de la consommation de solvants depuis 1996, avec une économie de coûts d'environ 90 000 EUR entre 1996 et 2000.

Voici deux exemples théoriques :

26. Dans un atelier de peinture qui peint des composants en métal, on identifie la nécessité de réduire les émissions diffuses de solvants suite au bilan solvants. Les options clés sont l'installation d'un équipement d'extraction supplémentaire et une oxydation thermique au point de rejet plus importante, ou l'adoption d'un procédé à faible teneur en solvants pour une partie du revêtement. La première option peut être mise en place plus rapidement, mais augmentera de façon significative la quantité d'énergie nécessaire aux ventilateurs d'extraction, et de combustible nécessaire à l'oxydation thermique. Il n'y aura aucune réduction de l'utilisation de solvant, donc la gestion des émissions diffuses provenant de la manipulation, du nettoyage, etc. demeure. Un procédé de peinture à faible teneur en solvants peut être mis en place, utilisant moins d'énergie et 50 % de solvants en moins, mais une plus grande quantité d'eau. Cela peut revenir plus cher en termes d'investissements, de temps d'immobilisation et de formation/familiarisation de l'opérateur, mais les coûts d'exploitation peuvent être inférieurs. L'équilibre entre les coûts d'investissements et les coûts d'exploitation est une décision commerciale de bonne pratique normale. Les données sur les consommations d'énergie et d'eau, sur l'émission de solvants et autres émissions peuvent être obtenues auprès des fournisseurs, probablement d'autres opérateurs, d'associations professionnelles, et/ou dans des guides publiés au niveau national ou international, comme par exemple les modèles de coûts, qui peuvent aussi évaluer la rentabilité (voir Section 20.1.4).
27. Un constructeur automobile cherche à réduire un peu plus ses émissions de solvants. Un grand changement peut être réalisé, mais il requiert le remplacement de la totalité de l'atelier de peinture, dont le cycle d'exploitation est de 25 ans et le coût en investissement s'élève à environ 500 000 EUR. La consommation d'énergie de l'atelier de peinture est d'environ 38 – 52 % de la consommation d'énergie totale de l'installation et est de l'ordre de 160 000 – 240 000 MWh (dont 60 % est du gaz). La quantité de matières premières utilisées, le rendement de l'application et la quantité de solvants perdus peuvent aussi être affectés par le degré d'automatisation. La sélection du type de peinture et du système d'application à utiliser, l'importance de l'automatisation, le volume de traitement des gaz résiduels et le système de peinture requièrent la prise en compte des coûts d'exploitation et des coûts d'investissement, ainsi que des consommations et des émissions, sur la période de recouvrement de l'investissement. Le cycle de vie de l'exploitation de l'atelier de peinture en place doit aussi être pris en compte.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004] [97, EIPPCB, 2005] [157, ACEA, 2005] [128, TWG, 2005] [161, EIPPCB, 2006]

20.1.3 Analyse comparative des consommations et des émissions et actions consécutives

Description : L'analyse comparative est l'enregistrement systématique des ressources (matières premières, eau, énergie) et des productions (émissions dans l'air et dans l'eau et déchets), et les comparaisons régulières de celles-ci avec les données antérieures relatives à l'installation, et avec les références du secteur, qu'elles soient nationales ou régionales. Lorsque les données sont évaluées comparativement dans une installation, il est bon de maintenir un système d'identification de toute action nécessaire suite aux données rassemblées et de mettre ces actions en pratique (voir Section 20.1.1 (d)), y compris :

- * identifier une ou des personne(s) responsable(s) de l'évaluation et des mesures à prendre par rapport à ces données

- * informer les responsables de la performance de l'installation, y compris alerter rapidement et efficacement les opérateurs des variations par rapport à la performance normale
- * mener d'autres enquêtes pour établir la raison de la variation de la performance ou de son écart par rapport aux références externes.

Avantages pour l'environnement : Aide les installations individuelles à évaluer leur performance environnementale par rapport à d'autres installations. Aide à identifier les techniques utilisées par les installations ayant les meilleures performances. Peut identifier ou aider à identifier des événements non prévus ou non observés, comme une fuite d'étanchéité sur une conduite ou une pompe, des pertes dans le sol ou dans les nappes phréatiques, etc.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Fournit des repères et une évaluation de la performance environnementale opérationnelle des installations et des techniques. Les données peuvent être rassemblées et comparées à différents niveaux comme au niveau de la technique ou de l'activité (la presse, le réservoir du procédé ou la chaîne de fabrication), du site, du secteur, au niveau régional ou national. Les données peuvent être rendues publiques tout en maintenant confidentielle l'identité du site en question. Par exemple :

- * les solvants consommés et émis. Les émissions diffuses, et par conséquent les émissions totales, ne peuvent être déterminées qu'en utilisant un bilan solvants, Section 20.3.1. Des questions appropriées concernant l'analyse comparative peuvent être identifiées lors de la réalisation d'un bilan solvants (voir Annexes 24.2 et 24.3)
- * la consommation d'eau – ce point est important lorsque des revêtements à base d'eau sont utilisés
- * la consommation d'énergie, par exemple pour le séchage et l'équipement de réduction
- * la consommation de matières premières, comme les encres, les chiffons, les approvisionnements des presses ; jusqu'à 10 % du substrat peut être gaspillé
- * les déchets générés
- * les polluants significatifs émis dans l'eau, l'air ou le sol/les nappes phréatiques

Applicabilité : Une analyse comparative appropriée requiert des données comparables, c'est-à-dire une comparaison « d'égal à égal ». Par exemple, pour les activités de traitement de surface, le meilleur moyen est de prendre comme base la surface traitée ou une autre consommation ou encore une autre base qui soit logique pour le procédé en question. Les détails de l'analyse comparative, y compris les paramètres à évaluer, dépendront de la consommation.

Aspects économiques : L'utilisation des données pour optimiser la performance environnementale de l'installation permettra généralement une optimisation économique.

Moteurs de la mise en œuvre : L'analyse comparative est aussi proportionnelle à la bonne performance économique. L'analyse comparative et l'optimisation de la performance environnementale (comme les ressources en matières premières, en eau et en énergie, ainsi que les pertes de matières) permettront dans le même temps une optimisation économique. Le plan de gestion des solvants constitue la seule manière de calculer les émissions diffuses et totales émanant d'une installation et il est exigé par la DES pour toutes les activités abordées dans ce document.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [59, EIPPCB, 2006] [90, Envirowise, 1998] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.1.4 Rentabilité environnementale et estimation des effets croisés

Description : Le concept de MTD selon l'IPPC prend en compte les coûts et bénéfices probables des techniques. Un objectif de l'approche intégrée est d'arrêter de déplacer la pollution d'un milieu à un autre en sélectionnant des techniques ou des combinaisons de techniques qui sont plus efficaces en matière d'atteinte d'un niveau élevé de protection de l'environnement dans son ensemble. Cela vient compléter les mesures d'amélioration continue de l'installation (voir Section 20.1.2).

Lors de la sélection de techniques, s'il n'y a qu'un objectif environnemental, avec un polluant et quelques points de consommation et d'émission à prendre en compte, l'analyse de rendement est un exercice simple. Il suffit de classer les mesures possibles de réduction sur la base des coûts marginaux et du

potentiel de réduction, et de sélectionner la mesure qui réalise l'objectif environnemental de la manière la moins coûteuse. En général, l'analyse implique de multiples points de consommation et d'émission, de polluants, de mesures de réduction, d'interactions et de compromis. Il est impossible de déterminer aisément la solution la moins chère.

Le BREF ECM fournit des conseils sur l'évaluation des coûts et des bénéfices, ainsi que des conseils sur l'évaluation des techniques les plus efficaces pour atteindre un niveau élevé d'avantages pour l'environnement dans son ensemble (c'est-à-dire celles qui ont les effets croisés les plus bas).

Certains conseils et modèles ont été développés pour aider à évaluer les coûts et les bénéfices environnementaux. Des exemples sont présentés dans l'Annexe 24.1.

Avantages pour l'environnement : Aider à identifier les options les plus rentables.

Effets croisés : Aider à identifier les techniques ou combinaisons de techniques avec les effets croisés les plus faibles.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : L'étendue de cet exercice dépendra de la taille de l'installation et du nombre de variables. Il est rare de réaliser des études croisées complètes. Voir section 20.1.2.

Lors de l'utilisation de modèles visant à faciliter la prise de décision, il est essentiel de :

- * comprendre les objectifs du modèle pour s'assurer qu'il apportera l'aide requise. Par exemple, s'agit-il d'un instrument pour informer la politique ou pour évaluer les effets croisés et/ou la rentabilité au niveau d'une installation, ou s'agit-il d'un instrument pour informer la politique au niveau national
- * vérifier toute hypothèse faite
- * s'assurer que les résultats du modèle sont présentés sous une forme compatible avec d'autres données considérées, par exemple les coûts sont annualisés ou basés sur une mesure de production ou d'émission qui est facilement comparable (voir le BREF ECM pour des conseils)
- * comprendre que les modèles ne contiendront probablement pas des données sur toutes les options MTD ou techniques à considérer (y compris les nouvelles techniques non listées dans ce document), il est donc possible qu'un nombre plus important d'options soit disponible
- * évaluer les consommations ainsi que les émissions. Cela est en général plus important pour l'énergie (et par conséquent pour le CO₂), et dans certains cas pour les émissions de SO_x et de NO_x.

Lors de la considération des options au niveau d'une installation, il est important de considérer d'autres facteurs qui influenceront les choix. Certains de ces facteurs sont énumérés dans l'introduction du Chapitre 21, par exemple les facteurs affectant la vitesse de mise en œuvre, les spécifications relatives à la qualité et celles du client, etc.

Aspects économiques : Aider à identifier les options les plus rentables.

Moteurs de la mise en œuvre : Aider à identifier les options les plus rentables. Autre législation comme la DES, la WFD, etc. Les modèles comme l'EGTEI et le MKM (VITO) visent à élaborer les coûts des techniques de réduction d'émission et les rendements de diverses activités, des scénarios régionaux et nationaux et à fournir des données pour le RAINS.

Installations de référence : Des exemples sont donnés dans le BREF ECM. Des exemples de modèles sont présentés dans l'Annexe 24.1.

Littérature de référence : [95, Vito, 2005, 97, EIPPCB, 2005, 132, EGTEI, 2005, 133, EGTEI, 2005] [128, TWG, 2005]

20.2 Conception, construction et exploitation des installations (y compris leur bon entretien)

Cette section couvre les domaines et les activités de l'installation qui ne sont abordés nulle part ailleurs, en particulier la prévention des émissions dans le sol, dans les nappes phréatiques et dans les eaux de surface, bien que ces techniques soient aussi pertinentes pour la prévention des émissions diffuses dans l'air. Cependant, lors de la considération de l'exploitation intégrée et de la complexité d'une installation IPPC, des chevauchements et des répétitions avec d'autres sections sont inévitables. Elles font l'objet d'une référence croisée.

La conception, la construction et l'exploitation (parfois nommées bon entretien ou bonne pratique) visant à prévenir les déversements et les fuites sont décrites en détail ailleurs, par exemple dans des documents généraux comme le BREF ESB [91, EIPPCB, 2005], dans des documents-guides nationaux [119, RIZA, 1999], [120, INRS, 1998] et dans des documents spécifiques à ce secteur [89, Envirowise, 2003]. Les sections suivantes constituent par conséquent un bref résumé des questions clés de ce secteur.

20.2.1 Prévention de la pollution lors de rejets imprévus

Description : Une approche intégrée, planifiée peut réduire le nombre d'accidents environnementaux, ou de rejets imprévus, en commençant par l'identification des aspects d'une installation qui pourraient avoir des impacts significatifs sur l'environnement. Les risques identifiés sont alors pris en compte par une conception et une construction prudentes, ainsi que par des systèmes de gestion qui traitent de la prévention, de l'atténuation et de la gestion des accidents et des situations d'urgence, ainsi que des violations des conditions d'autorisation.

Des systèmes de réglementation et/ou de bonnes pratiques en matière de prévention de la pollution sont utilisés dans certains pays. De nombreuses installations dans le secteur ont bénéficié de l'introduction de ces techniques. Les activités suivantes constituent des exemples clés où ces techniques réduisent la fréquence et les impacts d'une pollution aiguë et chronique, non seulement dans l'air mais aussi dans les eaux de surface et les eaux souterraines et dans le sol. Elles aident également à rendre les opérations plus rentables :

- * maintenance routinière et non routinière incluant la maintenance des revêtements et des joints de conduites pour le stockage de solvants et les systèmes de livraison
- * livraison et stockage des matières premières
- * contrôle du procédé, surveillance du procédé et surveillance environnementale.

Certains aspects clés pour prévenir la pollution sont :

- * l'identification des risques et des voies de transfert
- * une classification simple du potentiel de risque.

Une mise en œuvre en trois étapes des actions de prévention de la pollution se compose de :

- * mesures primaires (structurelles) :
 - dimensions suffisantes de l'installation
 - sélection de matériaux d'étanchéité dans les lieux de stockage ou de manipulation des produits chimiques, comme au niveau du sol, des zones de confinement (voir mesures secondaires ci-dessous)
 - stabilité de la chaîne de fabrication et des composants (y compris les équipements temporaires et rarement utilisés, comme les pompes et les réservoirs utilisés lors d'opérations occasionnelles de maintenance).
- * mesures secondaires (installation ou équipement) :
 - le confinement (ou confinement secondaire) se rapporte à une protection supplémentaire contre les rejets émanant de réservoirs de stockage en plus de la protection inhérente fournie par le réservoir lui-même (dans ce secteur, les réservoirs peuvent servir au stockage ou à la production). Deux types majeurs de confinement secondaires contre les fuites existent, à savoir ceux qui font partie de la construction du réservoir, comme les réservoirs à double fond (uniquement pour les réservoirs en surface) et les réservoirs à double peau et à double paroi, et les barrières étanches qui sont placées à la surface du sol sous le réservoir et qui assurent que les routes vers les

- égouts et vers les nappes phréatiques sont isolées ou réduites au maximum, en s'assurant par exemple que les trappes d'accès (regards d'égout) sont effectivement étanches aux solvants utilisés, que les caniveaux sont fermés et étanches, etc.
- une spécification correcte de la taille et de la résistance des réservoirs et des conteneurs qui doivent recevoir des liqueurs pompées (voir aussi stabilité, dans les mesures primaires ci-dessus) ou l'installation d'un système de contrôle du volume auto-sécurisé
- des systèmes d'identification des fuites
- * mesures tertiaires (systèmes de management) :
 - des inspections menées par des experts externes et en interne, incluant une maintenance régulière
 - des plans d'urgence contre les accidents potentiels
 - des programmes de tests.

L'identification des mesures et des cibles en matière d'effets environnementaux peut déterminer le choix du site, de l'installation et des équipements ainsi que la conception et la construction de l'infrastructure et de l'installation.

Avantages pour l'environnement : Aide à réduire au maximum les émissions diffuses dans l'air. Est particulièrement utile pour réduire au maximum la contamination du sol et des nappes phréatiques par des routes qui sont difficilement visibles et identifiables. Facilite le déclassement du site. Réduit au maximum les déversements chroniques et aigus non prévus dans les eaux de surface ainsi que dans les systèmes municipaux de traitement des eaux usées.

Effets croisés : Aucune implication négative.

Données d'exploitation : Une planification et une conception prudentes utilisant l'expérience opérationnelle peuvent rendre l'exploitation, la maintenance et le contrôle de routine plus aisés, moins chers et plus sûrs en matière d'environnement.

Applicabilité : Ces mesures peuvent être envisagées pour toutes les installations ; cependant, leur mise en œuvre est optimale lorsqu'elle est intégrée au stade de l'appel d'offres et aux stades initiaux de la conception et de la construction. De nombreux changements peuvent être incorporés lors de modernisations majeures, tandis que certaines améliorations peuvent être apportées aux installations en place durant les périodes de maintenance normale, bien que l'amélioration rétrospective puisse être plus difficile et pourrait ne pas être aussi efficace. Diverses normes et directives peuvent aussi faire partie de la planification à plus long terme des améliorations de l'installation.

Aspects économiques : Il s'agit des coûts d'investissement liés aux investissements initiaux ou aux modernisations. Certaines techniques peuvent ne pas engendrer de coûts en cas de nouvelles constructions ou de modernisation. Les coûts peuvent souvent être récupérés par des méthodes de travail et une maintenance plus efficaces et l'élimination des coûts liés aux accidents et aux violations des conditions d'autorisation.

Moteurs de la mise en œuvre : Devoir commercial de prise en charge et responsabilité possible face à tout dommage environnemental se produisant. La Directive Seveso (amendée), où les substances et les quantités pertinentes sont stockées.

Installations de référence : Largement utilisé dans de nombreux pays.

Littérature de référence : [9191, EIPPCB, 2005] [59, EIPPCB, 2005] [119, RIZA, 1999] [111, Eurofer, 2003] [120, INRS, 1998] [187, EC, 1996] [128, TWG, 2005]

20.2.2 Stockage et manipulation des produits chimiques, des matières dangereuses et des déchets

Description : Le stockage et la manipulation de matières dangereuses sont décrits en détail dans le BREF ESB [91, EIPPCB, 2005]. Le stockage et la manipulation de matières dangereuses sont nécessaires au maintien de l'approvisionnement en matériaux jusqu'aux systèmes d'application du traitement.

Avantages pour l'environnement : Les zones de stockage et de manipulation dans des salles conçues à cet effet et dotées d'un équipement approprié réduisent les risques environnementaux.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Les techniques suivantes sont importantes pour ce secteur :

- * seules de petites quantités sont stockées directement dans les zones d'application. Pour des quantités plus importantes, des salles séparées sont nécessaires afin de réduire les risques d'incendie et les dangers environnementaux
- * les réservoirs de stockage en vrac de solvants et de liquides contenant des solvants peuvent bénéficier d'une ventilation inversée dans le réservoir de livraison lors du remplissage ou être ventilés par absorption de carbone. La ventilation inversée peut ne représenter que 0,01 % à 0,03 % de la quantité de solvants passant dans les réservoirs, et ne sera probablement prise en considération que lorsqu'elle aura réalisé de meilleures performances
- * un confinement pour les déversements accidentels (comme des « bacs de rattrapage » pour les déversements à petite échelle), et un matériau adsorbant sur les lieux sensibles
- * le stockage souterrain de matières dangereuses présente un risque élevé de fuite imprévue qui peut contaminer le sol et les nappes phréatiques, ainsi qu'un risque d'émissions non observées dans l'air. Cela peut être évité en utilisant un stockage en surface ou, lors de l'utilisation d'un stockage souterrain, en utilisant une construction à double paroi et/ou des systèmes de détection de fuite
- * tous les réservoirs fixes de stockage en vrac devraient être équipés d'alarmes sonores et/ou visuelles indiquant des niveaux élevés ou être équipés d'indicateurs de volume pour signaler tout débordement. Lorsque cela est praticable par rapport à la viscosité du matériau manipulé ou du système de pompage utilisé, les systèmes de remplissage devraient être synchronisés avec le système d'alarme pour empêcher les débordements.
- * des points de remplissage uniques pour chaque réservoir afin d'éviter les contaminations croisées de matières (en particulier les matières incompatibles).

Pour les réservoirs de grande taille, les techniques sont décrites dans le BREF ESB. En particulier, les techniques pour augmenter la réflectivité et réduire l'absorption de chaleur émanant du rayonnement solaire et par conséquent réduire les pertes de solvants par évaporation sont :

- * des réservoirs de peintures en surface blancs ou l'installation d'un écran solaire ou d'un bouclier solaire
- * l'utilisation de réservoirs à toit de forme conique avec des couvercles internes flottants (en fonction de la fréquence de vidage).

Applicabilité : Le stockage spécial des matières dangereuses est largement appliqué en tant qu'exigence réglementaire ou en tant que bonne pratique. Voir la ventilation inversée dans les données d'exploitation, ci-dessus.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Respecter les exigences juridiques en matière de santé et de sécurité et de prévention des accidents. Il est à noter qu'il existe différentes réglementations nationales en Europe.

Installations de référence : Appliqué dans toutes les industries faisant partie du domaine d'application de ce document.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004] [121, UK DEFRA et notes, 2003] [68, ACEA, 2004, 91, EIPPCB, 2005] [128, TWG, 2005]

20.2.2.1 Manipulation et utilisation de solvants dans les zones de production

Description : Lors de l'utilisation de solvants COV, les mesures et principes généraux suivants peuvent être appliqués pour assurer qu'ils sont conservés dans des conteneurs étanches (ou presque) à l'air :

- * recouvrir, par exemple en utilisant des couvercles, les sources d'émissions potentielles
- * remettre le couvercle sur les tonneaux ou les bidons de solvants pour éviter les pertes par évaporation
- * tenir les conteneurs de solvants à distance des sources de chaleur et des courants d'air (par exemple éviter les mouvements des chariots élévateurs à fourche près des conteneurs ouverts) pour réduire l'évaporation au maximum
- * encapsuler autant que possible les récipients, les réservoirs et les machines, en utilisant des couvercles et des revêtements étanches bien adaptés

- * lorsque les récipients et les réservoirs ne sont pas munis de couvercles adaptés, utiliser des emballages plastiques ou des couvercles en plastique antistatiques, fixés si nécessaire avec des élastiques, des chambres à air ou des crochets en nylon et des attaches (lorsque ces matériaux ne sont pas dissous par le solvant qui doit être recouvert). Ces couvercles présentent l'avantage supplémentaire de conserver les solvants à l'abri de la poussière et des débris
- * stocker les déchets contenant des solvants, comme les chiffons contaminés et les résidus à base de solvants, dans des conteneurs (voir aussi la Section 20.11.2.8)
- * utiliser des systèmes de mesure ou des dosages contrôlés pour éviter que des matières contenant des solvants soient utilisées en excès ; l'utilisation de chiffons pré-imprégnés peut par exemple être efficace pour nettoyer des petites pièces
- * éviter la manipulation manuelle en pompant les solvants ou les matériaux à base de solvants par un système de conduites (comme une conduite circulaire) jusqu'au point d'utilisation. Les avantages sont :
 - un risque réduit de déversement durant le transfert et la décantation
 - un meilleur confinement et un risque moins élevé d'exposition aux contaminants
 - la possibilité de mettre en place des débitmètres pour permettre un audit précis.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV dans l'air.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les questions de santé et de sécurité sur le lieu de travail peuvent déterminer si un conteneur de solvant doit être recouvert et comment il doit l'être.

Applicabilité : Il est à noter que de nombreux solvants se dilatent et se contractent en fonction des variations de températures ambiantes. Un espace suffisant doit donc être prévu dans le récipient de stockage en fonction des solvants utilisés, par exemple les conteneurs devraient disposer d'un volume redondant de 10 %.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail. Conformité juridique, par exemple DES.

Installations de référence : Airbus France utilise des chiffons pré-imprégnés.

Littérature de référence : [7676, TWG, 2004] [89, UK and Programme, 1996] [59, EIPPCB, 2005] [128, TWG, 2005]

20.2.3 Automatisation des équipements

Description : Dans une installation, de nombreuses opérations peuvent être automatisées, en fonction de l'activité et de l'industrie. En voici des exemples :

- * pistolage de peinture robotisé
 - de voitures, voir Sections 6.2.4.1 et 6.2.4.2
 - de camions, voir Section 7.2.1
 - de bateaux, voir Section 11.4.4
 - de plastiques, voir Section 16.2
- * systèmes de mélange automatique, voir Section 20.6.3.1
 - pour l'impression, uniquement applicable aux emballages souples (voir Section 2.4.2)
- * application au rouleau, voir Section 20.7.3.1
- * application au rideau, voir Section 20.7.3.2
- * livraison de solvants et de matériaux à base de solvants par conduites (voir Sections 20.2.2.1, 20.6.3.4 et 20.6.3.5).

Avantages pour l'environnement : Réduction maximale de la surpulvérisation et de la poussière, augmentation du rendement des matériaux et réduction des déchets et des déchets de solvants.

Effets croisés : Voir les sections pertinentes.

Données d'exploitation : Voir les sections pertinentes. Voir un exemple d'installation ci-dessous (voir Tableau 20.2 et Tableau 20.3).

Applicabilité : Voir les sections pertinentes. Largement utilisé pour la peinture des voitures. Utilisé pour la peinture de pièces d'avions.

Aspects économiques : Voir les sections pertinentes. Pour économiser des matériaux et du temps pour la peinture des véhicules (voir Tableau 20.2 et Tableau 20.3).

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité et productivité accrues.

Installations de référence : Voir les sections pertinentes.

Pièces d'avions : Airbus, Nantes, France

Véhicules : Seat Martorell, Espagne ; VW Pamplona, Espagne, et VW, Afrique du Sud ; Renault, Flins, France ; BMW, couche transparente en poudre avec ESTA, Munich, Allemagne ; Mercedes, Allemagne.

Voiture de classe moyenne-haute, 500 unités par jour. Peinture d'intérieur : 145 ml pour la porte avant, 130 ml pour la porte arrière, 255 ml pour le compartiment moteur, 150 ml pour le coffre. La peinture coûte 10 EUR/l. Note : Aucune autre donnée de base n'est fournie.		
Passage du pistolage manuel à air à :	ESTA	De l'air automatisé aux robots ESTA
Économies de peinture :	138 000 l/an 1,2 l/unité	60 950 l/an 0,53 l/unité
Économies de coûts par an : Économies de CPU (coût par unité) :	1 380 000 EUR/an 12 EUR/an	609 500 EUR/an 5,3 EUR/an
Durée de recouvrement, coûts de peinture uniquement (ROI)	20 mois	13 mois
Efficacité du transfert : air 30 - 35 %, ESTA 40 - 60 % Longueur de parcours réduite jusqu'à 60 % Vitesse de parcours réduite jusqu'à 25 % Temps de peinture réduit jusqu'à 25 % Meilleure qualité due à la méthode d'application Poussière réduite grâce à la réduction d'air Épaisseur de la couche : identique, probablement plus épaisse		

Tableau 20.2 : Exemple d'introduction du pistolage de peinture d'intérieur robotisé sur une chaîne de montage de voitures
[162, Eurocar, 2005]

Voiture de classe moyenne-haute, 500 unités par jour. Peinture métallique : Unité de surface peinte 9,5 m ² . Couche de fond à 2 couches, épaisseur de 5 µm, teneur en extrait sec de 15 %. La peinture coûte 10 EUR/l. Note : Aucune autre donnée de base n'est fournie.	
Économies de peinture par an :	41 641 l/an
• Par unité :	0,45 l/unité
Économies de coûts par an :	416 410 EUR/an
Économies de CPU (coût par unité) :	4,5 EUR/an
Amortissement (ROI)	10 mois

Tableau 20.3 : Exemple d'introduction du pistolage de peinture d'extérieur robotisé sur une chaîne de montage de voitures
[162, Eurocar, 2005]

Littérature de référence : Voir les sections pertinentes indiquées dans la Description ci-dessus [162, Eurocar, 2005]

20.2.4 Formation

La formation constitue un point essentiel d'un SME (voir Section 20.1.1 (c) ii).

Description : Il est nécessaire de donner une formation adéquate au personnel en charge de nombreuses fonctions et faisant fonctionner les équipements. Une formation théorique et pratique en matière de manutention, d'utilisation et de nettoyage de solvants et des équipements s'y rapportant est essentielle. De nouveaux revêtements ou matériaux d'impression, systèmes et équipements d'application nécessitent une adaptation des comportements. Les nouveaux matériaux de revêtements ont souvent des fenêtres d'application plus restreintes, les compétences techniques des opérateurs et du personnel de support doivent donc être améliorées, sans quoi des problèmes apparaissent, comme des films trop épais.

Les implications environnementales, économiques et sanitaires peuvent aussi être mises en avant. Une documentation écrite de toutes les opérations impliquant une manipulation ou une utilisation de solvants devrait inclure :

- * des manuels de procédés pour indiquer les quantités de produits chimiques nécessaires, fournir des données en matière de santé et de sécurité et identifier les procédures d'exploitation pertinentes
- * des procédures d'exploitation pour expliquer la façon d'utiliser ces équipement/installations particulières en conjonction avec des solvants ou revêtements particuliers
- * le traitement des déversements, etc. (voir Section 20.2.1).

Avantages pour l'environnement : Diminution de la consommation de matières premières et de la production de déchets. Réduction des émissions de COV.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Largement appliqué.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité des employés. Améliorer et maintenir la qualité.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [89, UK and Programme, 1996]

20.2.5 Optimisation des procédés/équipements

Description : La majorité des activités nécessitent une optimisation, c'est-à-dire le contrôle de la consommation et/ou des émissions avec d'autres paramètres comme la qualité, le débit, etc. lorsque certaines variables du procédé sont modifiées. L'optimisation peut commencer avec le procédé de conception et est souvent menée par ou avec le support des fournisseurs du procédé. Dans certains cas, des logiciels peuvent être utilisés.

Des exemples sont :

- * optimiser la conception et l'exploitation du traitement des gaz résiduels par logiciel, voir Section 20.11.1
- * optimiser l'impression offset avec sécheur pour une faible utilisation d'IPA, voir Sections 2.4.1.3.2, 2.4.1.3.4 et 2.4.1.5, etc.

Avantages pour l'environnement : Permettre l'optimisation d'une activité en matière de consommation d'eau, d'énergie et de conservation des matières premières, et réduire au maximum les émissions, en particulier les émissions de COV.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Peut utiliser les données existantes et peut être utilisé pour une analyse comparative de la performance et pour planifier des améliorations.

Applicabilité : Toutes les activités.

Aspects économiques : Voir Moteurs de la mise en œuvre, ci-dessous.

Moteurs de la mise en œuvre : L'optimisation environnementale peut aussi optimiser la performance du procédé et la performance économique de l'installation.

Installations de référence : Largement appliqué.

Littérature de référence : [59, EIPPCB, 2005]

20.2.6 Maintenance

La maintenance de toutes les installations et de tous les équipements est essentielle et fait partie d'un SME (voir Section 20.1.1 (c) vii).

Description : Appliquer un programme de maintenance et tenir un registre de toutes les inspections et activités de maintenance :

- * vérifier visuellement les joints, les brides, les soupapes, les pièces soudées, les réservoirs et les murs de protection pour détecter les fuites
- * tester la pression des conduites et des réservoirs
- * vérifier l'étanchéité des écrous et des boulons
- * vérifier l'usure des machines, des soupapes et des murs de protection
- * recalibrer les systèmes de mesure
- * s'assurer que l'équipement d'extraction et de réduction est parfaitement prêt pour le service, et que :
 - o les sècheurs et les fours ne fuient pas
 - o les conduites ne fuient pas
 - o les dispositifs de dérivation sont en bon état de fonctionnement (c'est-à-dire qu'ils ne sont pas bloqués).

Lorsque cela est possible, le programme de maintenance préventive devrait être organisé et supporté par un logiciel. En signalant par un drapeau la maintenance prévue quotidiennement jusqu'à ce qu'elle soit menée à bien, le logiciel de maintenance préventive peut aider à garantir qu'aucun travail de maintenance n'a été oublié. Les opérateurs du procédé peuvent identifier des fuites, des équipements cassés, des conduites percées, etc. et donc aider à repérer les activités de maintenance imprévues.

Avantages pour l'environnement : Réduire les pertes de solvants dans l'air, améliorer l'efficacité et la qualité du produit, et aider à conserver un lieu de travail propre et agréable.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Généralement appliqué.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Largement appliqué dans ce secteur.

Littérature de référence : [89, UK and Programme, 1996]

20.3 Surveillance

En matière de surveillance, le BREF sur la surveillance (MON) [113, EIPPCB, 2003] donne des conseils et énumère les sources appropriées de procédures standard à utiliser pour des questions comme :

- * la surveillance directe, comptabilisant les émissions totales, y compris la surveillance des émissions diffuses et des émissions diffuses, des paramètres de substitution et du bilan massique
- * le moment de la réalisation de l'échantillonnage
- * la façon de gérer les incertitudes.

20.3.1 Bilans massiques des solvants

Description : Pour comprendre le plan de management/l’empreinte environnementale d’une installation – voir Section 20.1.2), un opérateur doit connaître :

- * la quantité de solvants utilisée et l’endroit où les solvants sont utilisés
- * la quantité de solvants émise et l’endroit où les solvants sont émis.

Les productions de solvants organiques dans les gaz résiduels et sous forme d’émissions diffuses sont plus difficiles à déterminer que les autres émissions, comme celles dans l’eau. Les émissions sont déterminées par des bilans matières, nommés « bilan solvants ». Un plan de gestion des solvants est un instrument qui utilise le bilan massique. L’Annexe III de la DES donne des conseils sur les exigences d’un plan de gestion des solvants [123, EC, 1999]. Elle inclut les principes à appliquer et un cadre pour le bilan massique. Un plan de gestion des solvants (un bilan massique) est utilisé pour déterminer les exigences particulières, comme :

- * la vérification du respect d’un schéma de réduction avec une valeur limite d’émission totale exprimée par exemple en émissions de solvant par production unitaire ou dans autres unités (voir Annexe 24.2)
- * la détermination des émissions diffuses.

La Figure 20.1 présente toutes les options de ressources et de productions pour les solvants.

Les cinq cas les plus courants (illustrés dans l’Annexe 24.4) sont :

- * pas de réduction au point de rejet sans réutilisation interne de solvant
- * pas de réduction au point de rejet avec réutilisation interne de solvant
- * récupération et réutilisation du solvant (en interne ou en externe)
- * la réduction destructive au point de rejet est utilisée et les émissions diffuses (par exemple les agents de nettoyage) sont facilement déterminées directement
- * la réduction au point de rejet est utilisée et les émissions diffuses ne sont pas facilement déterminées.

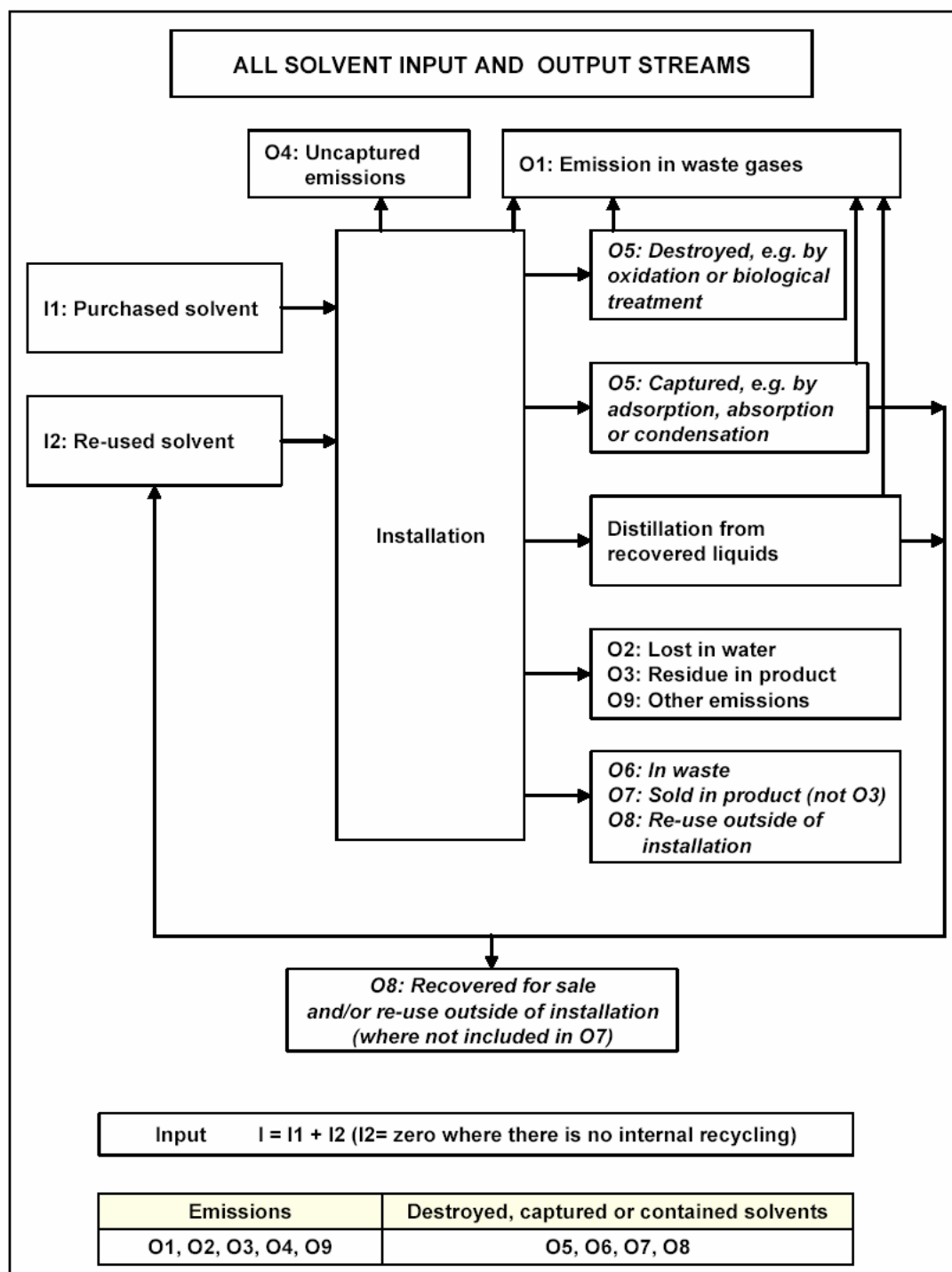


Figure 20.1 : Ensemble des ressources et productions de solvants (en utilisant les définitions de la DES)

Les émissions totales $E = F + O1 + \text{émissions diffuses}$

Les émissions diffuses (F) peuvent être calculées ainsi :

$$F = I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8$$

(O7 ne s'appliquera probablement pas aux industries considérées dans ce document)

ou $F = O2 + O3 + O4 + O9$

F peut être déterminé par la mesure directe des ressources (I) et des productions (O), voir Section 20.3.2 ci-dessous.

La réalisation d'un bilan massique implique en général une mesure directe et une estimation qui seront tirées d'une situation spécifique (voir Annexes 24.2, 24.3, et 24.5). Une technique utilisée dans plusieurs industries (comme pour l'application dans les industries de construction automobile, voir Annexe 24.5) se base sur l'utilisation de l'efficacité de capture et de destruction du système de gaz résiduels en utilisant les étapes suivantes :

- * mesure de la quantité de ressource en solvant ($I = I1 + I2$)
- * mesure de la quantité d'émission dans l'eau et des pertes sous forme de déchets, etc. ($Pertes = O2, O3, O6, O7, O8, O9$)
- * mesure ou calcul de l'efficacité d'élimination de la technique de réduction
- * estimation de la quantité de solvant envoyée à la réduction ($I - Pertes$)
- * multiplication de la quantité de solvant par le pourcentage d'efficacité de réduction = émissions de gaz résiduels $O1$
- * émissions diffuses (comme ci-dessus) : $F = I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8$ ou $F = O2 + O3 + O4 + O9$

Note : Il n'est pas nécessaire de calculer $O1$ pour calculer les émissions diffuses. $O1$ est nécessaire lorsque l'on calcule les émissions totales (comme lorsque l'on veut respecter une valeur limite d'émission totale ou lorsqu'un schéma de réduction est utilisé, voir Annexe 24.2).

Les bilans solvants, dont la fonction est de prouver le respect des réglementations ou des autorisations environnementales, sont normalement réalisés une fois par an. Cependant, les bilans peuvent être préparés plus fréquemment, par exemple mensuellement ou trimestriellement, pour les raisons suivantes :

- * dans un premier temps, les opérateurs devront appliquer les ressources pour définir un bon système de collecte de données et pour élaborer et vérifier les bilans solvants, par exemple deux journées de travail par mois seront nécessaires dans de grandes entreprises. Une fois que le système a été mis en place et que les mesures clés ont été identifiées, elles peuvent aisément être contrôlées (voir Section 20.1.3)
- * des bilans solvants fréquents peuvent être plus simples à effectuer que des bilans annuels. Par exemple, ils peuvent être saisis dans un tableur et/ou les indicateurs clés peuvent être tirés de vérifications régulières, comme les variations des stocks, qui peuvent être tirées des sources administratives plutôt que réalisées par dénombrement physique réel des stocks
- * la préparation de bilans solvants n'est pas toujours aisée. La société doit suivre une courbe d'apprentissage. Les bilans solvants doivent être réalisés un certain nombre de fois avant que l'on puisse s'attendre à ce qu'ils soient corrects
- * des bilans fréquents indiquent les tendances, qui donnent un avertissement précoce en cas de problèmes. Les bilans permettront de voir si des limites d'émission ont des chances d'être dépassées, ce qui permet de pouvoir corriger la situation à temps et d'être toujours en conformité lorsque le bilan solvants de l'année entière est élaboré.

Afin de procéder à une vérification supplémentaire de l'exactitude des bilans fréquents, le bilan annuel ne doit pas être la simple somme de tous ces bilans mais doit, autant que possible, être réalisé séparément à partir des données d'origine. Ce bilan annuel peut alors être comparé à la somme des bilans fréquents pour détecter tout écart.

Avantages pour l'environnement : Les bilans de solvant sont essentiels pour estimer les émissions diffuses et par conséquent les contrôler. Les bilans fréquents indiquent toute situation irrégulière, réduisent les risques environnementaux et permettent la réduction des émissions de solvants.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Les chiffres d'émissions devraient être comparables et il est important que les mêmes définitions soient appliquées dans une industrie donnée, en particulier ce qui est classé comme « solvant » pour les besoins du bilan massique. Il est important de noter que la DES définit non seulement un COV par la pression de vapeur dans des conditions normales, mais inclut aussi tout composé ayant une volatilité correspondante dans les conditions d'utilisation particulières.

Lors de l'élaboration d'un bilan massique, des hypothèses seront en général faites sur le fonctionnement efficace de tout système d'extraction et de traitement des gaz résiduels. Par exemple, l'espace ventilé est le même que celui de la conception (c.à.d qu'il n'y a pas de connexions non enregistrées), les équipements comme les ventilateurs fonctionnent selon l'efficacité de la conception, etc. Les volumes d'écoulement d'air peuvent être importants (dans certains cas, par exemple, on a des ordres de magnitude

de 106 m³/h), donc des erreurs sur ces chiffres peuvent entraîner des erreurs importantes dans le calcul des émissions (voir Annexes 24.2 et 24.3).

Pour que les hypothèses soient valides, le système de ventilation doit être inspecté et maintenu en bon état de fonctionnement (voir Section 20.2.6 et en particulier Section 20.11.1.2). Des exemples de problèmes rencontrés sont les suivants (voir Annexe 24.3) :

- * le système d'extraction n'a pas été construit comme il a été conçu ou a été modifié sans que les dessins n'aient été mis à jour
- * les contrôles automatiques de pression, les soupapes et les amortisseurs ne fonctionnent pas selon leur conception
- * les systèmes fonctionnent en sens inverse, par exemple ils soufflent au lieu d'extraire, le flux circule dans le mauvais sens, etc.
- * les moteurs des ventilateurs, les courroies de transmission et/ou les poulies ont été remplacés, et fournissent des débits différents.

Pour la détermination des débits volumétriques, voir la Littérature de référence ci-dessous, et la Section 20.3.2.

La précision des chiffres source calculés pour un bilan massique doit être déterminée (voir Annexes 24.2 et 24.3). Lorsque l'erreur maximale d'une source quelconque n'a aucun effet sur l'objectif du bilan massique, il n'est pas nécessaire d'essayer de rendre l'estimation plus précise.

Applicabilité : Cette technique est applicable à toutes les industries appliquant des solvants et est utilisée pour calculer les émissions diffuses. Elle sert aussi à prouver la conformité à la DES lorsque le schéma de réduction est utilisé.

Les bilans solvants peuvent être imprécis dans des situations complexes, avec de larges déviations lorsque les techniques de réduction sont utilisées (voir Données d'exploitation, ci-dessus).

De nombreux pays et organisations industrielles disposent de guides sur la façon de mener un bilan massique et de développer un plan de gestion des solvants. L'un de ces guides est un tableur gratuit pour aider à la réalisation du bilan massique (en anglais).

Aspects économiques : Réduction des coûts par optimisation de l'utilisation de solvants.

Moteurs de la mise en œuvre : DES. Toutes les installations doivent déterminer séparément soit les émissions totales, soit les émissions diffuses.

Installations de référence : Largement appliqué.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004] [90, ETBPP, et al., 2004] [113, EIPPCB, 2003] [128, TWG, 2006] [135, ADEME, 2004]

20.3.2 Mesure directe des solvants et émissions dans l'air

Description : La Section 20.3.1 ci-dessus indique que certaines ressources (I) et/ou productions (O), comme le montre la Figure 20.1, peuvent être mesurées directement. Des exemples sont présentés dans l'Annexe 24.2.

Une mesure directe peut simplement être la mesure du volume ou du poids du solvant ou des matières contenant des solvants. Dans certains cas, comme les opérations de nettoyage, le solvant émis lors de l'utilisation est entièrement évaporé et perdu sous forme d'émissions diffuses. Dans de tels cas, le volume ou le poids émis est la quantité émise dans l'air. Dans d'autres cas, comme lorsque le solvant est retenu dans les produits de nettoyage des déchets et les résidus, le poids de solvant dans les résidus peut être déterminé et soustrait des solvants émis.

Les émissions directes de gaz résiduels peuvent être mesurées en continu ou non par divers types d'équipements de détection, pour des paramètres comme le COT, le CO, la poussière (particules), les NOx. La détermination du flux et de la vitesse, la compréhension et l'estimation des incertitudes de mesure sont tout aussi importantes. De plus amples informations sur ces techniques sont données dans le BREF MON [113, EIPPCB, 2003].

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Largement appliqué.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : La DES exige que toutes les installations déterminent les émissions totales ou les émissions diffuses séparément.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : Le BREF sur la surveillance [113, EIPPCB, 2003] donne la liste des normes du CEN (Comité Européen de Normalisation) pertinentes, considérés comme étant les plus robustes, et la liste des normes de l'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) [113, EIPPCB, 2003]. Si la substance ne peut pas être contrôlée en utilisant les normes couvertes par les ouvrages ci-dessus, alors les méthodes accréditées suivantes peuvent être utilisées :

- * American Society for Testing et Materials (ASTM)
- * Association Française de Normalisation (AFNOR)
- * British Standards Institution (BSI)
- * Deutsches Institute für Normung (DIN)
- * United States Environmental Protection Agency (US EPA)
- * Verein Deutscher Ingenieure (VDI)
- * Autres normes nationales accréditées.

Si la substance ne peut être contrôlée en utilisant les normes couvertes par les organisations ci-dessus, alors les méthodes professionnelles suivantes peuvent être développées, selon les exigences de la norme ISO 17025, pour le contrôle des émissions de cheminée :

- * la série des méthodes de détermination des substances dangereuses (MDHS) publiée par le Health and Safety Executive (HSE)
- * National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) ; et
- * Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

Des guides nationaux existent également sur la surveillance de certains gaz et les procédures d'échantillonnage, par exemple [121, UK DEFRA et notes, 2003] [148, TWG, 2006].

Le document-guide du Registre Européen des Émissions de Polluants (E-PRTR, basé sur le Règlement CE 166/2006) liste les méthodes de mesure des polluants dans l'air et dans l'eau reconnues internationalement : <http://ec.europa.eu/environment/ippc/eper>.

20.3.3 Eau

20.3.3.1 Mesures contre les atmosphères dangereuses dans les égouts

Description : Lorsque des solvants sont utilisés dans le processus de production, des solvants peuvent être présents dans les eaux usées, soit après contact avec l'eau ou la vapeur lors du procédé, soit du fait de rejets imprévus (fuite, déversements, etc.). La présence de solvants dans les égouts peut conduire à :

- * des risques d'incendie et d'explosion lorsque la limite inférieure d'explosivité (LIE) est franchie
- * la formation de vapeurs nocives lorsque les limites d'exposition professionnelle (valeur TLV, LEP ou MAK) sont franchies
- * un endommagement des canalisations d'égouts
- * une interférence avec le traitement des eaux usées.

Il est à noter que la substance ne doit pas forcément être volatile ni insoluble, car la température des eaux usées provenant de l'installation et dans les égouts publics peut être élevée et volatiliser le solvant.

Certaines substances peuvent être déversées à des concentrations relativement élevées ; cependant, cette méthode ne prend pas en compte la traitabilité dans une station d'épuration, qu'elle soit municipale ou dans l'installation, et d'autres raisons pour appliquer d'autres limites de contrôle.

La réduction maximale des rejets imprévus est abordée dans la Section 20.2.1.

Lorsqu'un rejet de solvants est permis, et pour assurer que l'atmosphère d'un égout ne remplisse aucun des critères énumérés ci-dessus, la première étape consiste à estimer la quantité de solvants perdue dans les eaux usées et sa concentration probable, et si nécessaire de confirmer ces données par une analyse. Lorsque la concentration est suffisamment élevée pour envisager une enquête plus approfondie, le critère le plus simple à utiliser est que les eaux usées qui pénètrent dans les égouts ne devraient pas entraîner de concentration nuisible de la substance dans l'air (exprimée sous forme de TLV, valeur limite de seuil). Il s'agira du plus petit des facteurs énumérés ci-dessus, qui apportera par conséquent une protection pour les autres facteurs. Il peut être calculé comme suit :

$$vp = vp0 * \gamma * mf$$

Où :

vp = pression de vapeur mesurée

vp0 = pression de vapeur du liquide organique pur

γ = coefficient d'activité

mf = fraction molaire

Avantages pour l'environnement : Niveaux de sécurité des solvants dans les égouts.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Il est difficile d'obtenir certaines données, comme la pression de vapeur dans les eaux usées.

Applicabilité : Le calcul de la concentration du solvant dans l'atmosphère des égouts n'est généralement pas appliqué, mais peut être considéré lorsque l'on observe des niveaux plus élevés de rejets de solvants, en particulier de solvants solubles, dans les eaux usées.

Aspects économiques : Coût d'obtention des données lorsque aucune donnée n'est disponible pour un solvant spécifique.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail dans l'installation et les égouts récepteurs.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [92, WRc_plc, 1980] [128, TWG, 2005] [148, TWG, 2006]

20.3.3.2 Surveillance de la DBO, de la DCO et de la biodégradabilité

Description : La teneur organique des eaux usées peut affecter l'efficacité d'une station d'épuration des eaux usées (qu'elle soit municipale ou sur le site) de deux façons : la charge et la biodégradabilité. Les paramètres usuels mesurés sont la DBO (en général DBO₅) et la DCO (ou, alternativement, le COT).

La charge est égale au volume par heure ou par jour multiplié par la DCO ou la DBO et la station d'épuration réceptrice devrait être capable de recevoir et de traiter la charge rejetée par l'installation.

Le ratio DCO/DBO donne aussi une indication très approximative de la traitabilité biologique de l'effluent. Plus le ratio DCO/DBO est élevé, plus les eaux usées seront difficiles à traiter. Des essais plus spécifiques peuvent être nécessaires s'il faut confirmer ce taux. Certains indicateurs de comparaison sont :

- * pour les flux d'effluents domestiques et certains composés aisément dégradables :
 - * DBO₅ = 0,68 x DCO (avec un niveau de confiance raisonnable)
- * pour les composés, une indication grossière est (bien qu'elle ne soit pas toujours fiable) :
 - * DCO:DBO > 100:1 le composé est généralement relativement non biodégradable
 - * DCO:DBO < 10:1 le composé est généralement relativement dégradable

Avantages pour l'environnement : Assurer que les niveaux de DBO et de DCO dans les eaux usées ont un impact environnemental minimal.

Effets croisés : L'utilisation de revêtements à base d'eau pour diminuer les émissions de solvants dans l'air peut accroître la charge organique rejetée dans les égouts. Il peut s'agir d'une DBO aisément traitable et/ou d'une DCO réfractaire. Cela peut mener à une saturation des stations d'épuration (qu'elles soient à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation) et probablement à une DCO réfractaire rejetée dans les cours d'eaux.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Voir Effets croisés, ci-dessus.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Respecter la législation en matière de rejet d'eau.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [93, Agences de l'Eau de France, et al., 2002] [128, TWG, 2005] [94, EIPPCB, 2006] [153, CEFIC, 1998] <http://www.cefic.be/activities/hse/rc/guide/11.htm>, [113, EIPPCB, 2003] [148, TWG, 2006]

20.3.3.3 Surveillance et contrôle de la toxicité aquatique

Description : Lorsque l'on utilise de l'eau, soit pour le nettoyage, soit comme fluide de procédé (comme dans l'électrophorèse ou avec des encres à base d'eau, etc.), l'eau peut contenir des matières en suspension ou en solution qui sont toxiques par voies aquatiques (y compris dans les boues résiduelles). Certains procédés à base d'eau peuvent nécessiter l'addition de biocides pour prévenir la dégradation biologique lors du stockage et de l'utilisation. Des solutions comme les peintures d'électrodeposition contiennent aussi des catalyseurs comme les composés organostanniques.

Des données sur la toxicité des matières premières pour ces voies de transfert sont fournies dans la documentation des fournisseurs (comme les phrases de risque se rapportant à l'environnement, en particulier R50 et R53, ainsi que R51 et R52, voir Section 20.10) ou directement par les fournisseurs. D'autres phrases de risque peuvent être applicables, en fonction du point de déversement et des utilisations en aval de l'eau (comme la pêche, l'extraction d'eau potable, etc.)

Un facteur clé est la quantité de matière rejetée, qui peut être calculée à partir des données d'exploitation ou déterminée par analyse. Il faudra, si nécessaire, réaliser un test adapté de toxicité.

Les options permettant de contrôler la matière rejetée sont :

- * envisager le remplacement par des substances moins nocives (voir Section 20.10)
- * réduire au maximum l'utilisation de cette matière dans la production, grâce à un dosage automatique
- * réduire au maximum les pertes provenant des réservoirs de production, grâce à un rinçage multiple (ou en cascade) et à une filtration sur membrane (voir Section 20.7.5.1 et 20.7.5.3) avec recirculation des concentrés
- * traiter les eaux usées pour éliminer les matières qui posent problème.

De plus amples informations sur ces techniques sont données dans les BREF STM et CWW.

Lorsque des matières à la toxicité aquatique connue sont déversées dans des quantités pouvant avoir un impact environnemental, alors le déversement devrait être surveillé en fonction du type de matière et à une fréquence permettant de contrôler le déversement (voir BREF sur la surveillance).

Avantages pour l'environnement : Protection des voies de transfert aquatiques et des boues.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Largement appliqué. Le niveau auquel les substances à toxicité aquatique peuvent être rejetées peut dépendre du fait que le rejet se fait dans les eaux de surface ou dans une station d'épuration des eaux usées municipale. Il dépendra aussi :

- * de la biodégradabilité et du taux de dégradation
- * de la destinée des substances dans le traitement (c'est-à-dire retenues dans la colonne d'eau ou séparées dans des boues)
- * du type et de la destinée des boues (par exemple, incinération des boues provenant des eaux usées ou épandage agricole des boues provenant des stations d'épuration des eaux usées).

Aspects économiques : Le test de toxicité aquatique peut coûter cher.

Moteurs de la mise en œuvre : Respecter la législation en matière de rejet d'eau.

Installations de référence : Largement appliqué dans toute l'Europe.

Littérature de référence : [93, Agences de l'Eau de France, et al., 2002, 113, EIPPCB, 2003] [128, TWG, 2005] [67, EIPPCB, 2003, 97, EIPPCB, 2005, 113, EIPPCB, 2003][59, EIPPCB, 2005][148, TWG, 2006]

20.4 Gestion de l'eau

Lorsque la majorité du traitement de surface est à base de solvants, la consommation d'eau est faible, bien que celle-ci augmente avec le nettoyage à base d'eau et/ou les peintures et encres à base d'eau. Cela peut également accroître le risque de contamination de l'eau (par exemple, résines, pigments et/ou biocides résiduels dans les égouts).

De plus amples informations sur les descriptions des procédés destinés à la gestion de l'eau sont données dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2005].

20.4.1 Réutilisation/recyclage des eaux de rinçage

20.4.1.1 Régénération par échange d'ions

L'eau de rinçage utilisée peut être régénérée. Cela peut conduire à des économies de consommation d'eau et cela réduira la quantité d'eaux usées à traiter, et par conséquent les coûts d'investissements pour le traitement des eaux usées, et la consommation d'énergie et de produits chimiques. Cependant, cette baisse doit être compensée par le coût de l'équipement de régénération et la consommation d'énergie et de produits chimiques qu'il peut entraîner. Lorsque l'eau entrante est traitée, il est souvent plus aisé et moins cher (en termes de capital investi, de produits chimiques et d'énergie) de récupérer l'eau de rinçage que de traiter l'eau douce entrante, car la concentration ionique ou les SDT dans l'eau entrante peuvent être plus élevés que dans l'eau de rinçage [59, EIPPCB, 2005].

20.4.1.2 Réutilisation de l'eau dans l'installation

Description : Le recyclage de l'eau grâce à l'utilisation de systèmes en circuit fermé, comme les tours de refroidissement (systèmes ouverts ou fermés) ou les échangeurs de chaleur, réduit la quantité d'eau utilisée dans la chaîne.

Avantages pour l'environnement : Réduction de la consommation d'eau et des rejets d'eaux usées.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : La qualité de l'eau peut avoir un impact significatif sur la qualité du produit fini. Dans de tels cas, la qualité sera probablement soigneusement contrôlée, et cela peut limiter le recyclage de l'eau dans le procédé. L'utilisation de produits chimiques de traitement dans l'eau peut affecter la qualité du produit et limiter le recyclage de l'eau.

Applicabilité : Les systèmes d'eau (de rinçage) en circuit fermé sont largement utilisés dans les échangeurs de chaleur et les processus de refroidissement des revêtements organiques.

Cette technique est largement utilisée dans l'industrie du prélaquage en continu.

Aspects économiques : Des économies sont réalisées du fait de la réduction de la consommation d'eau.

Moteurs de la mise en œuvre : Motivation économique.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [58, ACEA, 2004]

20.4.1.3 Rinçage en cascade

Description : Le rinçage en cascade inversé (technique de rinçage multiple), combiné à la mesure de la conductivité et à la présence de débitmètres dans la dernière étape de rinçage à l'eau, garantit une consommation d'eau minimum et la plus faible génération de déchets possible.

En général, la cascade consiste en trois étapes de rinçage. Plus le nombre d'étapes est important, plus la quantité d'eau douce qui doit être ajoutée à la dernière étape afin de maintenir les limites de conductivité est faible. Le trop-plein provenant de la première étape de rinçage est en général dirigé vers le circuit de traitement des eaux usées.

Le rinçage à étapes multiples est particulièrement adapté pour permettre un haut débit de rinçage avec une petite quantité d'eau de rinçage. Par exemple, dans le rinçage en cascade, l'eau coule dans le sens opposé à celui de la pièce traitée. Cela résulte en une exigence de qualité constante de l'eau de rinçage (le critère de rinçage) et peut être exprimé mathématiquement comme suit :

$$Q/t = \{S_k (V/t)\}^{(1/n)}$$

Où :

Q/t = quantité nécessaire d'eau de rinçage (l/h) pour atteindre le critère de rinçage

S_k = critère de rinçage

n = nombre d'étapes de rinçage

V/t = pertes par entraînement (l/h)

l = litres

h = heures

Le principal effet d'économie est atteint lors du passage de la première à la seconde étape. Comme le montre le Tableau 20.4, il est possible d'utiliser une plus petite quantité d'eau grâce à la sélection du bon système de rinçage. Avec un nombre accru d'étapes de rinçage, le volume d'eau utilisé est réduit et les économies d'eau sont plus importantes. Le taux de récupération pouvant être atteint est, à un volume donné d'évaporation, directement lié à la concentration de produits chimiques du procédé dans la première étape de rinçage.

Critère de rinçage	10 000	5 000	1 000	200
Nombre d'étapes	Quantité d'eau de rinçage nécessaire en l/h			
Étape unique	10 000	5 000	1 000	200
Deux étapes	100	71	32	14
Trois étapes	22	17	10	6

Tableau 20.4 : Quantité d'eau de rinçage spécifique (litres d'eau de rinçage par litre de pertes par entraînement) en fonction du critère de rinçage et du nombre d'étapes dans le rinçage en cascade inversé

Avantages pour l'environnement : Réduction de l'utilisation d'eau et de la génération de déchets. Par l'introduction de systèmes de rinçages à étapes multiples en partie combinées au système de recyclage de l'eau de rinçage, on peut atteindre des diminutions de génération d'eaux usées allant jusqu'à 90 %. Plus ce niveau s'approche d'un déversement égal à zéro, plus la récupération de produits chimiques du processus est complète et moins les besoins en traitement des eaux usées seront nécessaires.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : La conductivité lors de la dernière étape de rinçage à l'eau est liée à la charge de contaminants maximale autorisée, qui peut influencer les procédés de traitement de surface ultérieurs.

La durée de vie des autres bains de traitement chimique peut être améliorée en surveillant la pollution de l'eau de rinçage par la conductivité.

Il est probable que des matériaux décomposés pouvant réduire la qualité du procédé s'accumulent, à moins que d'autres mesures ne soient prises pour entretenir la solution. L'accumulation de matériaux décomposés peut être surveillée par des mesures de conductivité.

Applicabilité : Il existe des options et des combinaisons adaptées à toutes les installations utilisant des bains de traitement chimique.

Aspects économiques : Généralement, l'installation de techniques de rinçage à étapes multiples nécessite un espace plus grand et des investissements plus élevés (coûts des cuves supplémentaires, équipement de transport et de contrôle des pièces à traiter). La baisse de la consommation d'eau, la récupération des produits chimiques du procédé et le déversement moins important d'effluents, qui nécessitent une installation de traitement des eaux usées plus petite et moins de produits chimiques de traitement, réduisent les coûts totaux.

Moteurs de la mise en œuvre : Voir Aspects économiques, ci-dessus.

Installations de référence : Cette technique est largement utilisée dans l'industrie du prélaquage en continu.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004, 59, EIPPCB, 2006].

20.4.1.4 Contrôle de l'utilisation de l'eau

Description : L'utilisation de l'eau peut être optimisée pour remplir les exigences de qualité, par exemple par analyse comparative, calcul, analyse chimique ou physico-chimique (qui peut se faire en ligne ou manuellement). Le flux d'eau est alors contrôlé par une personne autorisée utilisant une diversité de techniques, comme des vannes d'arrêt ou la surveillance des paramètres clés. Par exemple, pour le rinçage, la conductivité lors de la dernière étape de rinçage à l'eau est liée à la charge de contaminants maximale autorisée, qui peut influencer les procédés de traitement de surface ultérieurs. Surveiller les rejets provenant des rinçages en utilisant des mesures de conductivité peut réduire la quantité d'eau utilisée, car cela aide à contrôler la quantité d'eau d'appoint requise.

Avantages pour l'environnement : La consommation d'eau et les déchets liés à l'eau de rinçage seront réduits et la durée de vie des autres bains de traitement chimique sera améliorée.

Effets croisés : La diminution de l'utilisation d'eau pourrait entraîner des niveaux d'émissions plus élevés, comme les émissions de DBO et de DCO et une contrainte potentielle sur la STEP.

Données d'exploitation : L'équipement de conductivité doit être robuste en termes de manipulation et de maintenance.

Pour le prélaquage en continu, la conductivité autorisée pour la dernière étape de rinçage à l'eau dépend du procédé ultérieur, mais elle est généralement comprise entre 10 et 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (20 °C). La mesure doit être compensée en température.

Applicabilité : Applicable lorsque des bains de traitement chimique à base d'eau sont utilisés.

Cette technique est largement utilisée dans l'industrie du prélaquage en continu.

Aspects économiques : Les faibles coûts d'investissement sont liés à l'équipement de conductivité. Des économies sont réalisées du fait de la réduction de la consommation d'eau et de la génération de déchets.

Moteurs de la mise en œuvre : Aspects économiques et stabilité générale du procédé.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004]

20.5 Gestion de l'énergie

La gestion de l'énergie signifie une avancée systématique vers une utilisation efficace de l'énergie. Elle inclut des mesures techniques et organisationnelles. Le but est de réduire au maximum la consommation d'énergie et les coûts de l'énergie. Les éléments suivants doivent être pris en considération :

- * les données propres à l'énergie doivent être connues
- * une gestion efficace de l'énergie (utilisation efficace de l'énergie et économies de coûts)
- * l'identification des possibilités d'économie d'énergie
- * un changement de comportement de l'organisation (la culture) et des employés pour économiser de l'énergie.

Toutes les ressources en énergie peuvent être enregistrées sur une base réelle, et réparties en fonction du type et de l'utilisation finale majeure sur une base spécifiée, par exemple mensuelle, quotidienne, horaire, etc. Les ressources peuvent aussi être évaluées comparativement et optimisées par rapport à d'autres mesures de production (voir Section 20.1.3).

Les mesures et les techniques d'économie d'énergie sont présentées dans le Tableau 20.5 ci-dessous.

		Références
Techniques générales		
Gestion et maintenance de l'énergie	Conçu pour réduire au maximum l'utilisation d'énergie	Efficacité énergétique BREF (ENE)
	Systèmes de gestion de l'énergie, y compris identification des options d'économie d'énergie	BREF ENE Sections 20.1.1, 20.1.2
	Rassembler et utiliser des données spécifiques à l'énergie (analyse comparative)	Section 20.1.3
	Installation d'équipements éco-énergétiques (voir références spécifiques ci-dessous)	Section 20.5.3 BREF ENE
	Maintenance	Section 20.2.6
Techniques de gestion de l'électricité		
Ajustement de la production, des équipements, des procédés et des équipements dans les procédés associés	Exemples : * pilotes ajustables et optimisation (par exemple dans les presses d'impression) * optimisation de l'utilisation d'énergie pour le chauffage/refroidissement des locaux * optimisation de l'utilisation d'énergie pour l'éclairage * utilisation d'équipements éco-énergétiques * remplacement à temps des paliers usés	Sections 20.2.5, 20.2.6
Moteurs	Moteurs à haut rendement	Section 20.5.3
	Variateur de vitesses	
	Réduire l'énergie consommée au démarrage, par exemple par : * conversion triangle en étoile des moteurs (avec moins de 50 % d'alimentation) * convertisseurs automatiques de triangle en étoile * économiseurs d'énergie des moteurs * démarreurs sans appel de courant	Section 20.5.2
	Remplacer les courroies trapézoïdales par des courroies plates éco-énergétiques	
	Arrêter chaque fois que possible	
	Remplacer les moteurs trop puissants par des moteurs de taille appropriée	
	Pratique de maintenance améliorée, allant de l'utilisation de lubrification à mains propres à l'assurance que l'enroulement se fait de façon à ne pas aboutir à une perte d'efficacité	

Séchage		Section 20.8
Air comprimé (systèmes d'aspiration ou à vide)	Contrôle des fuites	
	Soupapes à air comprimé sur chaque machine	
	Système central/compresseur à connexion en cascade	
	Réduction de la pression de service	
	Compresseurs efficaces	
	Apport d'air froid externe	
Refroidissement	Refroidissement par évaporation dans la tour	BREF CV
	Ajustement électronique du refroidissement	
	Systèmes de refroidissement éco-énergétiques	
Techniques de gestion des ressources en gaz		
Séchage		Section 20.8
Chaleur résiduelle	Réutilisation de la chaleur résiduelle émanant de la technologie couplée	
Systèmes et chaudières à vapeur	Économiseur	
	Condenseur de fumées	

		Références
Techniques de gestion de l'énergie pour les gaz résiduels		
Optimisation de la conception et gestion de l'extraction et de la réduction		Section 20.11.1 BREF CWW
Conception et optimisation de la sélection du système	Choix du traitement Efficacité énergétique au-dessous des conditions autothermiques Rentabilité de la consommation d'énergie pour la réduction des émissions de COV	Section 20.11.1.1
Maintenance	Maintenance planifiée Contrôler l'usure des équipements clés (par exemple des paliers, etc.) et contrôler que les réglages corrects sont maintenus	Section 20.11.1.2
Optimiser les charges dans le traitement des gaz résiduels	Dérivation des charges de pointe	Section 20.11.3
	Utilisation de la surcapacité dans le traitement des gaz résiduels	Section 20.11.1.4
	Maintien de la concentration de solvants dans le traitement en utilisant des commandes à fréquence variable	Section 20.11.1.5
Techniques avec récupération d'énergie	Thermique récupérative, thermique régénérative, à 2, à 3 et à plusieurs lits, catalytique	Sections 20.11.4.3 à 20.11.4.6

Tableau 20.5 : Mesures et techniques d'économie d'énergie

De plus amples informations sur la gestion de l'énergie dans le traitement de surface à base d'eau, par exemple en réduisant au maximum les pertes d'énergie (de courant) dans les procédés électrochimiques comme l'électrodéposition, l'utilisation d'électricité, le chauffage et le refroidissement, sont données dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2005], [161, EIPPCB, 2006], [4, Intergraf and EGF, 1999] <http://members.rediff.com/seetech/Motors.htm>. [128, TWG, 2005]

20.5.1 Optimisation de l'alimentation électrique

Description : Réduire au maximum les pertes d'énergie réactive (tout équipement électrique de courant alternatif comme les transformateurs, les moteurs, etc.) absorbe une énergie totale nommée « énergie apparente ». Elle se compose d'énergie active (sous forme de travail ou de chaleur) et d'énergie réactive,

qui est improductive. L'énergie réactive augmente si l'intensité est déphasée par rapport à la tension, et si la différence entre la tension et l'intensité atteint un pic. Le facteur d'énergie ($\cos \varphi$) d'un appareil électrique est le ratio de la puissance active P (kW) sur la puissance apparente S (kVA) et est le cosinus de l'angle entre les pics des courbes sinusoïdales de la tension et de l'intensité. Plus $\cos \varphi$ s'approche de l'unité (1), plus l'utilisation de l'énergie est efficace ; plus la valeur du $\cos \varphi$ est faible, moins l'énergie est utilisée de façon efficace. Lorsque le $\cos \varphi$ se situe en permanence au-dessus de 0,95, les pertes d'énergie réactive aux niveaux 15 kV et 150 kV sont limitées.

Avantages pour l'environnement : Réduction maximale des pertes d'énergie.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Toutes les installations utilisant une alimentation triphasée. La correction de l'énergie, la réduction de l'énergie réactive et la réduction de la puissance instantanée requièrent une revue compétente des puissances et de la correction d'énergie. Toutes les installations une quantité significative d'énergie triphasée peuvent réaliser une réduction des pertes de résistance dans les alimentations.

Aspects économiques : Les pertes d'énergie comme le chauffage non voulu, l'énergie réactive, etc., augmentent la consommation d'énergie et entraînent des coûts plus élevés.

Moteurs de la mise en œuvre : Économies de coûts.

Installations de référence : Largement appliqué.

Littérature de référence [59, EIPPCB, 2006, 111, Eurofer, 2003] [148, TWG, 2006, 191, Senior, 2006]

20.5.2 Optimisation de la demande d'électricité

Description : Des demandes instantanées élevées peuvent entraîner des pertes d'énergie en distordant la configuration régulière des cycles de courant alternatif des phases, ainsi qu'une perte d'énergie utile. Elles peuvent être évitées ou contrôlées à l'allumage, par exemple en convertissant les connexions en étoile en connexions en triangle pour les faibles charges, en utilisant des convertisseurs automatiques de triangle en étoile, des démarreurs sans appel de courant, etc.

Avantages pour l'environnement : Réduction maximale des pertes d'énergie.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Toutes les installations utilisant des moteurs triphasés.

Aspects économiques : Une consommation d'énergie inutile entraîne des coûts plus élevés.

Moteurs de la mise en œuvre : Économie de coûts.

Installations de référence : Largement appliqué.

Littérature de référence : [111, Eurofer, 2003, 191, Senior, 2006]

<http://members.rediff/seetech/Motors.htm>

20.5.3 Équipements éco-énergétiques

Description : L'installation d'équipements éco-énergétiques, comme les moteurs énergétiquement efficaces, est une bonne pratique. Les techniques de gestion, comme une bonne maintenance préventive des équipements à forte énergie et forte puissance, peuvent aussi réduire l'utilisation d'énergie.

Des références à l'utilisation d'autres équipements éco-énergétiques sont présentées dans le Tableau 20.5 ci-dessus.

Avantages pour l'environnement : Économie d'énergie. La maintenance préventive de ventilateurs et de moteurs peut aussi réduire les émissions sonores.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : En fonction de la taille de l'unité et de la consommation d'énergie, l'utilisation de moteurs éco-énergétiques est une bonne pratique pour les grandes applications. Ils peuvent être spécifiés pour les nouvelles installations, pour le remplacement de moteurs défectueux ou pour réaliser des économies de coûts.

Aspects économiques : Coût supplémentaire minimal lors d'un remplacement ou d'un nouvel équipement.

Moteurs de la mise en œuvre : Économie de coûts.

Installations de référence : Largement appliqué.

Littérature de référence : [111, Eurofer, 2003]

20.6 Gestion des matières premières

20.6.1 Gestion juste-à-temps

Description : L'application d'un système de gestion juste-à-temps assure que la quantité des matériaux commandée, comme la peinture ou l'encre, à utiliser pour un travail spécifique, correspond au volume nécessaire. Par exemple, la quantité commandée de peinture d'une certaine couleur correspond au volume nécessaire pour revêtir une certaine bande. Cela s'applique aux fournisseurs extérieurs et n'inclut pas la préparation en interne des lots d'encres, de peintures, etc.

Avantages pour l'environnement : Une quantité moins importante de déchets sera générée et moins de matières premières seront utilisées.

Effets croisés : Ce type de système de gestion reporte le fardeau environnemental sur le fournisseur. Il implique la fabrication de lots de taille plus réduite et un volume de transport plus important.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les systèmes de gestion de peinture sont couramment appliqués dans les installations de prélaquage en continu, les ateliers de peinture de voitures et les revêtements de bois.

Aspects économiques : Réduction des coûts grâce à une logistique optimisée.

Moteurs de la mise en œuvre : Réduction des coûts.

Installations de référence : Toutes les installations de construction automobile.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.6.2 Assurance qualité des peintures et des solvants

Description : Les peintures et les solvants sont en général approuvés par des experts compétents (internes ou externes) avant d'être utilisés dans les ateliers de peinture. Cette procédure d'approbation consiste en un test minutieux de la qualité et oblige à vérifier qu'aucune matière de substitution entraînant des impacts toxicologiques ou environnementaux plus graves n'est utilisée. Les procédures de test de la qualité et de vérification doivent être conçues pour prendre spécifiquement en compte les risques environnementaux, de santé et de sécurité du produit.

Avantages pour l'environnement : Une évaluation systématique et une réduction des impacts environnementaux négatifs sur l'air et sur l'eau.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Dans les grandes entreprises où l'application de peinture est un critère de qualité majeur.

Aspects économiques : Le test et l'approbation de matériaux en interne coûtent très cher et n'ont lieu que pour obtenir une peinture de très haute qualité.

Moteurs de la mise en œuvre : Exigences de qualité.

Installations de référence : Tous les équipementiers automobiles.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.6.3 Réduction maximale de la consommation de matières premières

Voir aussi la Section 20.13 sur la réduction maximale des déchets et le traitement.

20.6.3.1 Systèmes de mélange avancés

Description : Lorsqu'on utilise des systèmes automatisés de mélange, il n'est pas strictement nécessaire d'utiliser des couleurs normalisées pour mélanger la couleur requise. Des couleurs spécifiques peuvent être composées à partir de couleurs non normalisées par le biais d'un équipement contrôlé par ordinateur. Cela requiert cependant un logiciel très sophistiqué et la connaissance exacte des couleurs non normalisées qui seront utilisées dans le mélange. À cette fin, ces couleurs non normalisées doivent être mesurées par un photospectromètre et le résultat est introduit dans l'ordinateur de gestion des couleurs.

Par exemple, avec un système de mélange en ligne des produits à 2 composants comme les peintures ou les adhésifs, la quantité exacte nécessaire sera dosée et mélangée immédiatement avant utilisation. L'unité de mélange ne fait pas partie de l'instrument d'application de la peinture ou de l'adhésif. Il s'agit d'une unité indépendante.

Il est possible d'obtenir des bénéfices proportionnels similaires en utilisant des échelles programmables ou des systèmes informatisés de référencement des couleurs Pantone.

Avantages pour l'environnement : Réduction des matières résiduelles et économies de ressources. Lors d'un mélange manuel, des pertes de 1 à 2 % de solvants peuvent se produire. Ces pertes peuvent représenter 15 % des émissions totales de COV. Le mélange automatisé dans des machines fermées réduit la majorité de ces émissions. Une quantité moins importante d'agents de nettoyage est également nécessaire.

Dans l'impression, la quantité d'encre résiduelle peut être réduite de 75 % en fonction du nombre de fois que les encres sont mélangées et des quantités impliquées. La technique automatisée permet un dosage parfait pour qu'aucune correction de couleur ne soit nécessaire ; par conséquent, seule la quantité exacte d'encre est préparée.

Avec un système de mélange en ligne des produits à 2 composants, des réductions de 10 à 30 % des déchets peuvent être obtenues.

Effets croisés : L'automatisation nécessite de l'énergie.

Données d'exploitation : Cette méthode de travail rend aussi possible l'utilisation de retours de peinture ou d'encre comme ingrédients pour de nouvelles peintures ou encres (voir Section 20.6.3.2). Les retours de peinture ou d'encre sont mélangés en fonction de la couleur approximative, c'est-à-dire vert clair, vert foncé, rouge clair et rouge foncé. Une fois qu'une certaine quantité est atteinte, la couleur résultante est mesurée et l'ordinateur a pour instruction d'utiliser cette couleur à chaque fois que possible.

Applicabilité : Couramment appliqué en flexographie et dans l'héliogravure d'emballage pour les encres à base de solvants, lorsque plus de 200 tonnes par an d'encre prête à l'emploi sont mélangées.

Dans l'industrie du prélaquage en continu, le mélange de couleur automatisé est réalisé en routine dans les installations de fabrication de peinture, et l'application est offerte aux chaînes de prélaquage en continu, mais elle n'est pas toujours appropriée. Cela dépend du mélange de couleurs et de produits. Il existe des exemples de chaînes de prélaquage en continu qui utilisent en interne des programmes de mélange de couleurs informatisés.

Les systèmes de mélange en ligne des produits à 2 composants sont applicables lorsqu'ils sont utilisés sur des équipements dédiés à une seule gamme de produits. Il n'y a aucune restriction pour les techniques d'application ultérieures. Aux Pays-Bas, il est conseillé aux sociétés d'appliquer cette technique lorsque plus de 2 000 litres de peinture à 2 composants doivent être mélangés. Pour les adhésifs, des quantités relativement faibles sont mélangées. Elle est couramment appliquée dans la peinture du bois et des meubles. Elle s'applique également aux revêtements de trains, par exemple pour appliquer la couche de fond et la couche primaire/de remplissage.

Aspects économiques : Dans l'impression, le coût des investissements dépend de la taille et des exigences exactes, en commençant à environ 50 000 EUR. Cependant, des économies seront réalisées car une quantité moins importante d'encre est utilisée et une quantité moins importante de déchets doit être éliminée. Selon la taille de l'opération, les économies peuvent se traduire par une période de recouvrement avantageuse.

Pour les systèmes de mélange en ligne des produits à 2 composants, les coûts d'investissements sont compris entre 9 000 et 18 000 EUR lorsqu'une installation mécanique est utilisée pour le mélange de la couche de fond. Les coûts sont compris entre 27 000 et 37 000 EUR pour une installation électronique. La période de recouvrement sera normalement de plusieurs années pour les sociétés traitant des petites séries. Cependant, elle dépend de la quantité de déchets évitée, du prix des matières qui sont mélangées et des coûts d'élimination.

Moteurs de la mise en œuvre : Les moteurs de la mise en œuvre sont le mélange automatisé plutôt que l'évitement des déchets. Dans les applications d'adhésifs, l'automatisation est le principal facteur d'influence.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003] [63, Vito, 2003] [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

20.6.3.2 Réutilisation des retours de peinture ou d'encre

Description : Les retours de peinture ou d'encre à base d'eau ou à base de solvants peuvent être réutilisés s'ils ne sont pas trop dilués et s'ils ne sont pas contaminés par des agents de nettoyage lorsque ces derniers diffèrent du solvant utilisé comme diluant. Les peintures ou les encres à base d'eau polluées par des agents de nettoyage ne peuvent pas du tout être réutilisées. Pour éviter la contamination du reste de peinture ou d'encre, les parties des machines contenant la peinture ou l'encre doivent être vidées autant que possible avant d'être nettoyées.

Avantages pour l'environnement : Moindre consommation de peinture ou d'encre fraîche et moins de déchets à éliminer.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : En général, les peintures ou encres à base d'eau peuvent moins être réutilisées que celles à base de solvants. Dans les procédés flexographiques à base de solvants, la quantité d'encre résiduaire à éliminer peut être réduite de 30 à 50 % et une quantité moindre d'encre fraîche est nécessaire.

Applicabilité : La technique est appliquée lorsque des couleurs normalisées sont utilisées. Lorsque des couleurs non normalisées sont utilisées, un référencement des couleurs informatisé (analyse des couleurs) est nécessaire pour pouvoir utiliser le mélange comme source d'un nouveau mélange.

Applicable dans les presses offset avec sécheur et l'héliogravure d'édition lorsque seulement quatre couleurs normalisées sont utilisées. Dans ces procédés, la même encre est utilisée pour le tirage suivant, et reste dans la presse. Les retours de presse ne posent problème que lorsque des couleurs spécifiques sont mélangées pour des tâches spécifiques, ce qui se produit dans l'impression d'emballages souples.

Dans le prélaquage en continu, la réutilisation de retours de peinture provenant des têtes de vernisseuses est une pratique normale. Le bidon sera re-scellé pour utilisation ultérieure lorsque le même produit/la même couleur sera requis. Les seuls déchets provenant de l'application du prélaquage en continu sont les films fins restant sur les rouleaux et les équipements de livraison, qui nécessitent un essuyage manuel des surfaces pour permettre des changements de produit/couleur.

La réutilisation de peintures récupérées est difficile dans la peinture du bois et des meubles lorsque de nombreux types de couleurs différents sont utilisés. Elle est applicable lorsque des volumes importants des mêmes couleurs sont utilisés.

Aspects économiques : Économies liées à une consommation réduite de peinture ou d'encre fraîche et à une quantité moins importante de déchets à éliminer.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004] [63, Vito, 2003] [147, Presti, 2005]

20.6.3.3 Réutilisation de revêtements ou d'encres récupérés

Description : Lorsque des peintures de revêtement ou des encres à base d'eau sont appliquées, il est possible de réutiliser les résidus de peintures ou d'encres récupérés, par exemple en appliquant l'ultrafiltration (voir Section 20.12.6). Lorsque des eaux usées mixtes sont captées, la peinture ou l'encre récupérée peut être réutilisée comme additif à la peinture ou à l'encre noire. Lorsque les eaux usées sont captées séparément dans chaque unité, les différentes couleurs peuvent être réutilisées dans la même couleur.

Avantages pour l'environnement : Une quantité moins importante de déchets est générée et une quantité moins importante de matières fraîches est consommée.

Effets croisés : La filtration nécessite de l'énergie.

Données d'exploitation : Dans les procédés de revêtement par électro-immersion (voir électrodéposition, Section 20.7.3.4), le recyclage de la peinture et de l'eau complètement déminéralisée est possible en effectuant un circuit fermé. L'ultrafiltration est souvent appliquée dans cette situation.

Applicabilité : Uniquement applicable pour les encres à base d'eau à un composant, pour les peintures à un composant à base d'eau ou à base de solvants et pour les revêtements en poudre. Les restrictions en matière d'applicabilité peuvent s'expliquer de la manière suivante :

- * l'encre noire est utilisée en petite quantité
- * chaque encre de couleur consiste en une préparation de haute qualité différente
- * les boues peuvent contenir des agents de nettoyage.

Dans l'industrie automobile, elle est appliquée par une entreprise dans la section d'application de la couche primaire.

Dans l'industrie de l'impression, elle est appliquée dans l'impression d'emballages souples. Elle n'est pas applicable aux emballages alimentaires, car il peut y avoir des additions non contrôlées dans les encres.

Aspects économiques : Sa forte consommation d'énergie rend cette technique plus rentable avec des stations d'épuration des eaux usées dédiées.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [76, TWG, 2004] [54, BMLFUW Austria, 2003]

20.6.3.4 Pompage direct de la peinture ou de l'encre depuis le stock

Description : La peinture ou l'encre est transportée depuis la zone de stockage directement vers les unités de peinturage ou d'encrage par des systèmes de conduites.

Avantages pour l'environnement : Les systèmes de conduites présentent un certain nombre d'avantages, qui sont :

- * une réduction du risque de déversement lors du transfert et de la décantation
- * l'élimination de la nécessité d'ôter les couvercles des cuves et des réservoirs, d'où une meilleure étanchéité et un risque réduit d'exposition aux contaminants
- * la possibilité de mettre en place des débitmètres pour permettre un audit précis.

Moins de peintures ou d'encres résiduelles, moins de conteneurs et moins de matériel à nettoyer. Par exemple, le niveau de résidus pouvant être atteint dans les installations de presses avec sécheur est inférieur à 1 % de l'encre achetée.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Le transport par conduite directe est appliqué dans les installations de grande taille où de grands conteneurs de peinture ou d'encre réutilisables sont utilisés.

Dans l'impression, elle est applicable aux installations ayant une consommation d'encre suffisante et elle est couramment appliquée dans les grandes installations de presses avec sécheur. Dans l'héliogravure d'édition, c'est une technique standard. En flexographie et dans l'héliogravure d'emballage, elle n'est pas appliquée du fait des centaines de couleurs différentes utilisées.

Largement utilisée dans l'industrie automobile.

Aspects économiques : L'investissement en conduites et en pompes est considérable. Par exemple, pour l'industrie de l'impression, l'investissement minimum varie entre 5 000 et 24 000 EUR. Des économies minimales sont réalisées du fait d'une encre légèrement moins chère et des coûts d'élimination moins élevés.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004] [89, UK and Programme, 1996]

20.6.3.5 Pompage direct des solvants depuis le stock

Description : Pour des raisons de contrôle de la viscosité, les solvants sont transportés directement par conduites depuis la zone de stockage jusqu'aux unités de peinturage ou d'encrage. Pour un meilleur contrôle, les conduites aériennes sont préférables car les conduites souterraines sont une source connue de pollution importante du sol et des eaux souterraines.

Le système est efficace s'il est couplé à une inspection et à une maintenance régulières. Autrement, les pertes de solvants provenant des pompes, des vannes et des brides peuvent s'accumuler et devenir une source significative d'émissions de COV.

Avantages pour l'environnement : Les systèmes de conduites présentent un certain nombre d'avantages, qui sont :

- * une réduction du risque de déversement lors du transfert et de la décantation
- * l'élimination de la nécessité d'ôter les couvercles des cuves et des réservoirs, d'où une meilleure étanchéité et un risque réduit d'exposition aux contaminants

- * la possibilité de mettre en place des débitmètres pour permettre un audit précis.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Dans l'héliogravure d'édition, seul du toluène est utilisé et, par conséquent, un approvisionnement direct est aisé à appliquer. Cependant, dans l'impression d'emballages souples, la situation est plus complexe car le contrôle de la viscosité doit être fait avec différents solvants en fonction de la tâche à effectuer. Généralement de l'éthanol (pour la flexographie) ou de l'acétate d'éthyle ou des mélanges spécifiques d'éthanol/acétate d'éthyle (pour l'héliogravure) et parfois de la méthyle éthyle cétone (pour les adhésifs et les peintures) et parfois même d'autres solvants sont utilisés.

Le transport par conduites sans mesure peut rendre la mesure de la consommation de solvants dans des parties spécifiques du procédé impossible à réaliser. Cela réduit la quantité de données disponibles pour le plan de gestion des solvants et rend l'identification et la quantification des émissions diffuses plus difficiles.

Applicabilité : Couramment appliqué dans les procédés d'héliogravure d'édition et d'impression d'emballages souples. Largement utilisé dans l'industrie automobile. Non applicable à l'industrie du prélaquage en continu. Couramment appliqué pour le revêtement du bois et des meubles lorsque des volumes importants de peintures sont utilisés, c'est-à-dire dans des moyennes ou grandes entreprises.

Aspects économiques : Pour les nouvelles installations, il s'agit d'un élément à faible coût ; cependant, la modernisation coûte très cher.

Moteurs de la mise en œuvre : Outre la réduction de l'utilisation et des émissions de solvants, diminue aussi le temps d'immobilisation des unités de peinturage ou d'encrage.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004] [89, UK and Programme, 1996] [128, TWG, 2005]

20.6.3.6 Peinture par lots/regroupement de couleurs

Description : La peinture par lots, aussi appelée « regroupement de couleurs » ou « peinture section par section », signifie qu'une série de produits spécifiques est peinte dans la même couleur. Cela entraînera des changements de couleur moins fréquents.

Avantages pour l'environnement : Réduction des COV via la réduction du nettoyage/de la purge de la chaîne de peinture. Une quantité moins importante de résidus est produite.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Un espace suffisant pour le stockage des produits ainsi qu'un système de planification logistique doivent être prévus. Cela dépend aussi du nombre de couleurs différentes et de leur abondance relative dans le programme de production. Pour l'industrie automobile, la longueur moyenne du groupe de couleurs varie entre deux et six unités.

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée dans l'industrie automobile, pour le revêtement des camions et des véhicules commerciaux et pour le revêtement d'emballages métalliques. Non applicable dans les procédés d'impression.

Aspects économiques : Les économies de peintures, de solvants et de nettoyage/temps d'immobilisation sont compensées par des coûts de capacité de stockage plus élevés.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Utilisation courante dans la plupart des installations de construction automobile.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [68, ACEA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.6.3.7 Systèmes de nettoyage par piston racleur

Description : Cette méthode permet d'introduire dans le système la quantité exacte de peinture nécessaire aux procédés de revêtement. La peinture est renvoyée du tube (flexible) vers l'approvisionnement de peinture par un module de séparation élastique (nettoyage par piston racleur) et est réutilisée. Les solvants purgés peuvent être récupérés et réutilisés.

Il existe un type de purge spécial, la « purge peu corrosive », dans lequel on utilise des matériaux de peinture contenant moins de COV, plutôt que des solvants, pour purger les pistolets et les chaînes.

Avantages pour l'environnement : Les avantages sont une utilisation moindre d'agents de nettoyage, une réduction des pertes de peintures et de solvants ainsi qu'une diminution des procédés manuels de changement de couleur.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Uniquement applicable lorsque :

- * les peintures ou les encres sont livrées aux machines via des conduites
- * différentes couleurs sont envoyées régulièrement via la même conduite.

Non applicable lorsque des produits à faible viscosité sont utilisés car ils s'écouleront à côté du module. Actuellement appliqué dans certaines chaînes d'application de couche de fond d'ateliers de peinture de l'industrie automobile.

Dans l'industrie automobile, la tendance vers des couleurs plus spéciales a initié le développement de nouveaux systèmes d'approvisionnement en laque permettant un changement économique de couleurs. Le système de purge peu corrosive est également appliqué.

Dans l'industrie du meuble, il y a aussi une demande croissante de meubles peints dans des couleurs individuelles et spéciales, et donc d'utilisation de systèmes de nettoyage par piston racleur.

Cette technique est couramment appliquée pour le revêtement des trains.

Aspects économiques : Réduction des coûts de consommation de peinture et de solvant.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Volkswagen AG, Wolfsburg, Allemagne et Renault, Flins sur Seine, France.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [68, ACEA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.7 Procédés et équipements de revêtement

20.7.1 Prétraitements avant l'application de peinture

Les techniques de nettoyage et leur sélection sont aussi abordées dans la Section 20.9. De plus amples informations sont données dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2005].

20.7.1.1 Dégraissage à base de solvants

Description : Les huiles, graisses et saletés sont éliminées des substrats en métal ou en plastique grâce à des solvants. Cela se fait généralement par immersion dans un bac de solvant ou par la vapeur du solvant au-dessus du liquide. Les bacs peuvent être ouverts ou fermés, et peuvent être utilisés avec des systèmes ultrasoniques.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Utilise souvent des COV très volatils et/ou halogénés.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Méthode largement utilisée lorsqu'elle est compatible avec les matériaux. Ces procédés ne sont pas appliqués pour le revêtement du bois et des meubles, car ils ne sont pas nécessaires et éliminent les huiles du bois.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [59, EIPPCB, 2005]

20.7.1.2 Prétraitements à base d'eau

Les prétraitements à base d'eau sont appliqués pour trois raisons : pour éliminer la graisse et les saletés provenant des opérations précédentes, améliorer la résistance à la corrosion et améliorer l'adhérence des couches de peintures suivantes. Les prétraitements généralement appliqués sont le dégraissage, la phosphatisation et la chromatisation. De plus amples informations sont données dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2005]. Ces procédés ne sont pas appliqués pour le revêtement du bois et des meubles, car ils ne sont pas nécessaires et éliminent les huiles du bois.

20.7.1.2.1 Dégraissage à base d'eau

Description : Les huiles, graisses et saletés sont éliminées des substrats en métal ou en plastique grâce à des solutions de détergents à base d'eau. Il existe toute sorte de détergents et de solutions acides ou basiques pour répondre à toutes les situations (voir Section 20.9).

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de solvants, en particulier des solvants halogénés.

Effets croisés : Nécessite en général un chauffage. Ces systèmes contiennent des agents tensioactifs qui peuvent nécessiter un traitement des eaux usées.

Données d'exploitation : Un système doit être sélectionné pour s'adapter au substrat et aux huiles/grasses à éliminer.

Applicabilité : Largement appliqué. Voir le BREF STM pour une discussion sur les options.

Aspects économiques : Économique à installer et à exploiter.

Moteurs de la mise en œuvre : Conformité juridique, comme la DES qui encourage l'utilisation de systèmes à base d'eau.

Installations de référence : Largement utilisé pour le traitement de surface pour le prélaquage en continu et pour les carrosseries automobiles.

Littérature de référence : [59, EIPPCB, 2005] [128, TWG, 2005]

20.7.1.2.2 Phosphatisation

Description : Les revêtements de conversion de phosphate sont utilisés pour renforcer la résistance à la corrosion et l'adhérence aux substrats en acier des revêtements ultérieurs de peinture. Ils contiennent généralement du fer, du zinc, du nickel et du manganèse. Ils peuvent être appliqués par pistolement, mais sont actuellement en général appliqués par trempage pour permettre un revêtement plus complet et plus régulier. De plus amples informations sont données dans le BREF STM.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Dans l'ensemble, les impacts sont faibles. De même que les métaux présents, les anions peuvent contenir du nitrite et du fluorure, bien qu'aucun traitement spécifique des eaux usées ne soit généralement nécessaire pour les éliminer. Des résidus se forment dans les solutions de procédé et elles doivent être éliminées et traitées comme des déchets. Des questions de santé et de sécurité peuvent se poser avec des composés comme les nitrites.

Données d'exploitation : Voir le BREF STM.

Applicabilité : Presque universellement utilisé comme prétraitement pour les grands volumes de peinturage d'acier et aisément appliqué si le substrat est bien dégraissé. La surface peut être activée par des solutions spécifiques contenant du titane ou du magnésium.

Aspects économiques : Économique, selon le degré d'automatisation du système d'application.

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité de finition du produit.

Installations de référence : Toutes les installations de voitures, et largement utilisé dans d'autres industries.

Littérature de référence : [128, TWG, 2005] [59, EIPPCB, 2005] [128, TWG, 2005]

20.7.1.2.3 Revêtements de conversion contenant du chrome

Description : Les revêtements de conversion au chromate contiennent du chrome trivalent ou du chrome hexavalent. Ils sont utilisés pour renforcer la protection anticorrosion de diverses surfaces en métal, y compris le zinc électrodéposé, le zinc galvanisé par trempage à chaud, l'acier inoxydable, l'acier laminé à froid, l'étain, le cuivre et le magnésium.

Le mécanisme de protection se base sur la dissolution du Cr(VI) présent à la surface du film. La présence de chromate agit localement pour inhiber toute action corrosive sur la surface en métal exposée. Sans cette protection, les surfaces en acier revêtues de zinc ont une forte tendance à la rouille blanche.

Les revêtements de conversion au chrome hexavalent et les techniques associées, y compris les techniques alternatives, sont aussi abordées dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2005].

Avantages pour l'environnement : Augmentation de la durée de vie des matériaux du produit. La chromatisation n'a aucun impact sur le recyclage des métaux des substrats.

Effets croisés : La concentration de chrome hexavalent dans le bain de traitement affecte, dans le cas d'un rinçage ultérieur, la pollution des eaux usées et le traitement des eaux usées.

Le chrome hexavalent Cr(VI) est toxique en raison de sa cancérogénicité, et est aussi nocif pour l'environnement. Son utilisation est à présent quasiment interdite dans l'industrie automobile et dans celle des équipements électriques et électroniques. Aucun remplacement direct n'a été identifié [59, EIPPCB, 2005] jusqu'en 2005. Cependant, des alternatives ont été identifiées pour le prélaquage en continu pour des applications à faible exposition à la corrosion (voir Section 20.7.1.2.3).

Données d'exploitation : L'épaisseur des couches appliquées par chromatisation se situe entre 0,1 et 2 µm. Elles conviennent bien comme médiateurs d'adhérence pour le revêtement ultérieur avec des couches de peinture ou des revêtements en matières synthétiques. Des lubrifiants peuvent être ajoutés pour réduire le frottement des bandes traitées.

Ce système s'applique par pistolage/trempage et raclette ou enduiseur chimique (enducteur).

Applicabilité : Largement utilisé pour des raisons de qualité. Dans le prélaquage en continu, la chromatisation est utilisée pour renforcer la protection anticorrosion sur diverses surfaces en métal, y compris le zinc électrodéposé, le zinc galvanisé par trempage à chaud, l'acier inoxydable, l'acier laminé à froid, l'étain et le cuivre. Sans cette protection, les surfaces en acier revêtues de zinc sont recouvertes de rouille blanche en quelques heures.

Dans l'industrie automobile, la passivation de la couche de phosphatisation-zinc se faisait autrefois par le biais de solutions de chrome (VI) ou d'hexafluorure de zirconium. De nos jours, le revêtement primaire par immersion cathodique est appliqué directement sur la couche de phosphate pour obtenir une protection anticorrosion de grande qualité.

La chromatisation se fait sur les avions pour améliorer la protection anticorrosion dans des conditions climatiques de forte humidité et de salinité élevée de l'atmosphère ou sur demande des clients (environ 10 % des avions). Une couche primaire sans chromate peut être appliquée si l'avion est utilisé dans des conditions climatiques normales. La peinture primaire réactive contenant du chromate n'est appliquée que sur des surfaces en métal et non sur des matériaux composites, et ne peut pas être substituée pour des raisons de sécurité.

Aspects économiques : Économique à utiliser.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Largement utilisé mais de façon décroissante.

Littérature de référence : [1313, DFIU and IFARE, 2002] [59, EIPPCB, 2005] [76, TWG, 2004] [102, EC, 2000]

20.7.1.2.4 Revêtements de conversion sans chrome

Description : Certains systèmes de revêtement de conversion sans chrome sont disponibles, basés sur des traitements avec des solutions composites de fluorures de zirconium organique, fluorure de titane, tartrate, acide phosphorique, ou sur un traitement avec des dérivés de silicone organique (silanes). Ils peuvent nécessiter une couche en polymère ultérieure pour obtenir la résistance à la corrosion voulue.

Avantages pour l'environnement : Élimine le chrome Cr(VI) des déchets et des eaux usées.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Les couches primaires sans chrome dans les systèmes de revêtement à long cycle de vie et dans des environnements agressifs n'ont pas encore entièrement fait leurs preuves.

Applicabilité : Ils sont applicables pour certaines combinaisons spécifiques de substrats en métal et de systèmes de peinture, en particulier les applications finales, par exemple pour des systèmes de spécifications moins strictes et internes.

Dans l'industrie de la construction automobile, le revêtement primaire par immersion à électrodéposition est appliqué directement sur la couche de phosphate, sans chromatisation, pour atteindre une protection anticorrosion de grande qualité.

Le prétraitement sans chrome avec du titane, de l'acide phosphorique et des polymères organiques (énumérés dans le Tableau 14.9) a été davantage développé avec un fournisseur chimique des procédés habituels par pistolement et par trempage. Depuis 1998, une société a utilisé cette méthode avec succès dans les machines de prélaquage en continu.

Des revêtements de conversion sans chrome sont maintenant utilisés pour l'anodisation dans l'aviation, basés sur le tartrate et l'acide phosphorique.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Alternatives au Cr(VI), Airbus, France.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004] [59, EIPPCB, 2005] [128, TWG, 2005]

20.7.1.2.5 Maintenance des bains, réduction des quantités d'eau, de déchets et d'eaux usées

Voir Section 20.7.5.

20.7.2 Systèmes de peinture

20.7.2.1 Peintures traditionnelles à base de solvants

Description : Les peintures traditionnelles à base de solvants contiennent environ 35 à 80 % (m/m) de solvants organiques pour la régulation de la viscosité et la formation du film. Le type de solvants utilisés dépend principalement des résines et des liants utilisés. En fonction du procédé de formation du film, les matériaux peuvent être subdivisés comme suit :

- * les revêtements thermoplastiques, séchant par évaporation de solvant et restant chimiquement inchangés dans le film de revêtement sec, par exemple l'acrylique et le vinyle
- * les revêtements thermodurcis, « séchant » par évaporation de solvant, suivie d'un durcissement ou d'une réaction chimique pour produire un réseau polymère réticulé insoluble, par exemple le polyester/amino, le polyuréthane et l'époxy
- * les revêtements à séchage par oxydation, résines alkydes modifiées avec des huiles siccatives naturelles séchant suite à une réaction avec l'oxygène atmosphérique.

La sélection du type de solvant utilisé se base sur les principaux critères suivants :

- * capacité à dissoudre la résine
- * vitesse d'évaporation (taux de séchage)
- * danger, odeur et coût.

Avantages pour l'environnement : Par rapport aux systèmes à base d'eau, moins d'énergie est nécessaire pour le séchage.

Effets croisés : L'utilisation de peintures traditionnelles à base de solvants présente les plus fortes émissions de COV et nécessite probablement des mesures de réduction des émissions de COV, comme cela est décrit dans la Section 20.11.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les produits à base de solvants sont utilisés comme première couche/apprêt d'impression, couches primaires et couches de finition, en fonction de l'industrie et du substrat.

Les peintures à base de solvants sont couramment appliquées dans :

- * l'industrie automobile : voir Section 6.4.1
- * le revêtement des camions et des véhicules commerciaux : voir Section 7.4.1
- * le revêtement des bus : voir Section 8.4.2.2
- * le revêtement des trains : voir Section 9.4.1
- * le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier : voir Section 10.4.1
- * le revêtement des bateaux et des yachts : voir Section 11.4.1
- * le revêtement des avions : voir Section 12.4.1
- * le prélaquage en continu : voir Section 14.4.2
- * le revêtement des emballages métalliques : voir Section 15.4.1
- * le revêtement des pièces en plastique à traiter : voir Section 16.4.3
- * le revêtement des meubles et des matériaux en bois : voir Section 17.4.2.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.7.2.2 Peintures à haut extrait sec à base de solvants

Description : L'utilisation de peintures à plus haut extrait sec réduit l'utilisation de solvants par rapport aux peintures traditionnelles à base de solvants, tout en appliquant toujours la quantité de revêtement requise. Leur extrait sec représente plus de 65 % en volume (par exemple un yacht utilise 450 g/l d'époxy pour une utilisation sous la ligne de flottaison). Les filmogènes utilisés sont principalement basés sur l'époxy, le polyuréthane à 2 composants, le polysiloxane et la résine alkyde ou oxirane.

Avantages pour l'environnement : Réduction significative de l'utilisation de solvants et des émissions.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Pour les peintures utilisées pour peindre les machines agricoles et les engins de chantier ou les appareils domestiques, les peintures à haut extrait sec basées sur les résines acryliques et l'isocyanate polyester sont les plus utilisées.

Applicabilité : Largement appliqué.

Dans le revêtement des bateaux et des yachts, les revêtements en époxy à haut extrait sec sont couramment appliqués sur les pièces au-dessous de la ligne de flottaison.

Dans le revêtement des avions, les revêtements à haut extrait sec sont parfois appliqués pour la couche de finition.

Dans le revêtement des trains, la peinture à haut extrait sec est uniquement appliquée pour les couches de finition à 1 couche.

Dans le revêtement des bus, les revêtements à haut extrait sec sont appliqués dans les systèmes de couches de finition à 1 couche.

Dans le prélaquage en continu, les revêtements à haut extrait sec sont couramment appliqués.

Ils ne sont actuellement pas appliqués pour les emballages métalliques.

Ils ne sont actuellement pas appliqués pour le revêtement du bois et des meubles parce qu'ils sont trop collants et entraînent un aspect non souhaitable « semblable à du plastique » des surfaces traitées sur les produits à base de bois.

Aspects économiques : Les coûts d'achat des peintures à haut extrait sec sont plus élevés que ceux des peintures traditionnelles, mais comme leur taux de couverture est plus élevé, le coût au m² est en général plus faible. Des économies sur les coûts de main d'œuvre peuvent être attendues.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [27, InfoMil, 2003, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.7.2.3 Peintures à base d'eau

Description : Les peintures à base d'eau contiennent des agents filmogènes à base d'eau ou dispersibles dans l'eau. Les systèmes de peinture à base d'eau peuvent être des peintures à 1 composant ; cependant, ce sont principalement des peintures à 2 composants et à durcissement par rayonnement UV qui sont appliquées. Elles sont principalement basées sur des résines alkydes, polyester, acryliques, mélamine et époxy. Les revêtements en poudre et en pâte de poudre à base d'eau sont respectivement abordés dans la Section 20.7.2.6 et la Section 20.7.2.7.

Les systèmes de peinture à base d'eau ont normalement une teneur en eau située entre 10 et 65 % (m/m) et contiennent aussi souvent 3 à 18 % de solvants organiques servant de solubilisant et permettant d'améliorer les propriétés de la couche de film humide. Des peintures organiques sans solvants sont aussi disponibles. Des biocides peuvent faire partie de la formulation servant d'agents de préservation pour le

stockage des peintures, dans des applications architecturales et pour l'électrodéposition (et sont conservés dans des réservoirs).

Les principales améliorations de ces matériaux sont leur protection anti-corrosion et leur résistance extérieure (contre les impacts climatiques).

Les peintures à base d'eau à 2 composants font preuve d'une résistance améliorée, en particulier mécaniquement, et font également preuve d'une très bonne fonction d'isolation même sur les bois riches en huiles naturelles.

Avantages pour l'environnement : Les principaux avantages des peintures à base d'eau sont la réduction des émissions de COV et la possibilité de recycler les peintures utilisées dans certaines applications, par exemple par ultrafiltration. Le nettoyage des appareils de pistolage et d'autres outils peut se faire grâce à des mélanges d'eau et de solvants avec une proportion de solvant d'environ 5 à 20 %.

Un autre avantage est qu'il n'y a pas de risques de point d'éclair associés à cette peinture, ce qui minimise les risques de combustion et d'explosion.

Effets croisés : Par rapport aux solvants organiques, l'eau a une énergie d'évaporation plus élevée. Par conséquent, la demande énergétique du séchage des peintures à base d'eau peut être plus élevée, si l'on veut atteindre le même taux de séchage que celui des peintures à base de solvants. Cependant, par rapport à l'atomisation, à l'acclimatation des cabines de pulvérisation, au chauffage des substrats, aux pertes de four, etc., la demande énergétique pour l'évaporation des composés volatils est seulement d'environ 1 % pour de nombreux procédés industriels. L'eau, à la place des solvants organiques, a un impact mineur sur l'énergie totale du procédé. Les besoins supplémentaires en énergie ne sont significatifs que pour le séchage dans des conditions ambiantes et dans le cas de procédés humide sur humide.

Comme les peintures à base d'eau ont une application moins efficace, la consommation de peinture peut augmenter. Cependant, une efficacité de transfert réduite est, en pratique, valide pour l'application de cloche électrostatique à rotation rapide si un chargement externe est utilisé (5 % de moins que le maximum). Une efficacité de transfert réduite peut se produire dans une application manuelle assistée électrostatiquement lorsque la tension est limitée pour des raisons de sécurité. Des techniques alternatives (chargement interne) sont disponibles et largement utilisées. Comme les revêtements à base d'eau sont principalement utilisés dans les installations récentes ou modernisées, l'efficacité est généralement améliorée du fait d'une meilleure performance des équipements et probablement de taux plus élevés de « correct dès la première fois ». Des preuves tirées des applications automobiles montrent des efficacités de transfert comparables à celles des systèmes à base de solvants.

Il y aura une DBO et une DCO accrues dans les eaux usées, et plus de substances comme les biocides, les catalyseurs organostanniques et l'ammoniac qui doivent être traitées par conséquent.

En fonction du système utilisé, la quantité et la qualité des déchets dangereux peut changer de façon significative.

Données d'exploitation : Les peintures à base d'eau peuvent entraîner des problèmes de corrosion significatifs dans le système de pistolage du fait de la présence d'eau et d'oxygène. Une substitution par des peintures à base d'eau dans les installations traditionnelles requiert une modification significative de l'infrastructure, comme le remplacement des lignes d'approvisionnement en peinture par des matériaux en acier spécial.

Un plus grand nombre de blocages des équipements de pistolage est rapporté dans le revêtement des meubles et du bois. On ignore si cela est dû à un problème de procédé ou si cela peut être résolu grâce à une formation et à une adaptation.

Si des peintures à base d'eau sont traitées, les conditions suivantes doivent généralement être remplies :

- * la température ambiante doit se situer entre 18 et 28 °C
- * la température de surface des pièces à traiter ne doit pas être inférieure à 15 °C
- * un traitement optimal se produit lorsque l'humidité de l'air se situe entre 55 et 75 °C
- * les peintures à base d'eau ne peuvent pas être stockées au-dessous de 0 °C (dommages causés par le gel)
- * bon flux d'air sur la surface.

Applicabilité : Pendant de nombreuses années, les peintures à base d'eau ont été disponibles sur le marché et largement utilisées. Du fait du développement permanent de ces matériaux, leur étendue d'application ne cesse de s'accroître.

Elles sont couramment appliquées dans l'industrie automobile.

Dans le revêtement de bateaux et de yachts, bien que les peintures à base d'eau soient disponibles pour plusieurs applications, elles sont uniquement utilisées de manière limitée. Les applications à base d'eau utilisent un pistolet ou rouleau sans air, et non une cloche électrostatique à rotation rapide.

Dans le revêtement des trains, les peintures à base d'eau sans chromate et à 2 composants, basées sur l'époxy, sont appliquées pour les couches de fond, les couches primaires/de remplissage et parfois pour les couches de finition. Les peintures à base d'eau sont aussi appliquées pour la protection de la carrosserie.

Dans le revêtement des bus, les peintures à base d'eau sont utilisées dans certains cas (revêtement par trempage à cataphorèse et protection de la carrosserie). À une exception près, les peintures à base d'eau ne sont pas appliquées pour les couches de finition. Dans une seule installation, les bus municipaux sont complètement revêtus de peintures à base d'eau.

Dans le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier, elles sont couramment appliquées pour les revêtements par trempage à cataphorèse et aussi pour les couches de finition à 1 couche.

Dans le revêtement des camions et des véhicules commerciaux, elles sont couramment appliquées pour le revêtement par trempage à cataphorèse, les couches primaires/de remplissage et les couches de fond des véhicules commerciaux, des cabines de camions, des châssis et sur les trains de roues.

Dans le prélaquage en continu, si des revêtements à base d'eau sont utilisés, l'application se limite principalement aux couches primaires et aux revêtements verso.

Dans le revêtement d'emballages métalliques, les peintures à base d'eau sont utilisées, mais elles contiennent jusqu'à 38 % de solvants organiques. Le revêtement externe des bidons utilise des revêtements à base d'eau contenant moins de 10 % de solvants organiques.

Dans le revêtement des pièces à traiter en plastique, les systèmes de revêtement à base d'eau sont couramment appliqués pour la couche d'impression, la couche de fond et parfois la couche transparente.

En ce qui concerne les meubles et le bois, les peintures à base d'eau à durcissement UV et à 2 composants sont couramment appliquées dans certaines pièces plates de meubles avant le montage. Cependant, on observe des limitations techniques, comme le gonflement de la fibre, en fonction du substrat. Lors du remplacement par des produits à base d'eau, le volume total de produits à sécher augmente, car un plus grand nombre d'étapes de peinture et de séchage est nécessaire, ainsi qu'un ponçage et un polissage intermédiaires supplémentaires. Le ponçage et le séchage supplémentaires entraînent une utilisation accrue d'énergie et de matières premières ainsi qu'une quantité de travail plus importante. Comme alternative, d'autres types de systèmes de séchage pourraient être introduits. Cela peut nécessiter de nouveaux travaux de développement, ce qui augmenterait les coûts. La finition des meubles montés est impossible avec des UV.

Dans le revêtement des avions, elles ne sont actuellement pas appliquées du fait de leur faible résistance aux produits chimiques comme le liquide hydraulique. Comme la garantie de protection anti-corrosion du fabricant dure 25 ans, seuls des systèmes de peinture approuvés et spécifiques peuvent être utilisés.

Cette technique n'est pas largement appliquée pour les bateaux.

Aspects économiques : Les coûts de remplacement des chaînes de peinture automatisées en place peuvent être très élevés dans certains cas. La modernisation se fait généralement à la fin du cycle de vie technique de l'installation en place. Lorsque la peinture est appliquée manuellement, les coûts de modernisation sont moins élevés mais toujours significatifs, et dépendront du ratio des équipements manuels par rapport aux équipements automatiques.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [8, IFARE et CITEPA, 2002] [27, InfoMil, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [168, ESIG, 2005] [63, Vito, 2003] [147, Presti, 2005]

20.7.2.4 Revêtements à base d'eau avec pré-séchage réduit

Description : Pour le développement des revêtements à base d'eau, voir les données d'exploitation ci-dessous. Les systèmes de couches de fond présentent des caractéristiques similaires à celles des systèmes diluables à l'eau.

Avantages pour l'environnement : La consommation d'énergie peut être plus faible que celle des systèmes traditionnels à base de solvants et plus faible que lors de l'application de systèmes de couches de fond diluables à l'eau (aucun sécheur à infrarouge n'est nécessaire).

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les couches de fond standard à base d'eau nécessitent un contrôle strict des conditions de fonctionnement de la cabine de pulvérisation, un bon contrôle du climat des cabines de pulvérisation (avec une fenêtre étroite d'opération), cinq à six minutes de pré-séchage forcé et des conduites en acier inoxydable. L'exigence de pré-séchage gêne en particulier l'application de revêtements à base d'eau dans les installations existantes. Pour les couches de fond à pré-séchage réduit, 90 à 150 secondes de temps de pré-séchage suffisent (résines séchant rapidement, co-solvants hautement volatils et azéotropiques et cabines de soufflage à vitesse rapide), par conséquent elles peuvent être appliquées sur de nombreuses lignes existantes. En même temps, la fenêtre de fonctionnement est plus grande.

Applicabilité : L'utilisation de ce concept est limitée par la couche de peinture suivante. Des essais ont montré qu'il est possible d'atteindre de bons résultats de qualité de surface avec une couche transparente à 2 composants, tandis qu'avec des systèmes de couche transparente à 1 composant, certaines imperfections au niveau de la qualité (comme la turbidité) peuvent continuer à apparaître. Des essais réussis sur chaîne ont été réalisés. Des homologations ont été délivrées pour la couche transparente à 2 composants ainsi que pour la couche transparente à 1 composant.

Aspects économiques : La couche de fond à base de solvants peut être remplacée par une couche de fond diluable à l'eau avec des dépenses techniques relativement faibles (par rapport aux dépenses engendrées par une nouvelle installation).

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Des produits avec temps de pré-séchage réduit sont utilisés commercialement chez Hyundai Assam, Corée du Sud et chez Alfa Romeo Pomigliano, Italie.

Littérature de référence : [128, TWG, 2005]

20.7.2.5 Peintures à durcissement par rayonnement

Description : Les revêtements à durcissement par rayonnement reposent, pour le durcissement, sur l'activation de groupes chimiques particuliers par des rayons UV ou des électrons rapides (voir Section 20.8.2). On retrouve cette propriété à la fois dans les résines et les diluants liquides, il est donc possible de produire des systèmes de revêtements liquides qui durcissent et se solidifient sans chaleur et sans aucune émission de COV. Alternativement, une fonctionnalité chimique similaire peut être incorporée dans des revêtements à base d'eau ou même solides (en poudre). Les résines de base sont l'époxy, le polyester, le polyuréthane mais tous dotés d'une fonctionnalité acrylique ou vinylique. La réaction de durcissement est initiée directement par rayonnement de faisceaux d'électrons (FE) ou par rayonnement ultraviolet (UV) via un photo-initiateur ajouté.

Pour de plus amples informations sur :

- * le durcissement par rayonnement ultraviolet (UV) : voir Section 20.8.2.3
- * le durcissement par faisceau d'électrons (FE) : voir Section 20.8.2.4.

Avantages pour l'environnement : Ni les peintures à durcissement par rayonnement à base d'eau, ni celles sans solvants ne génèrent des eaux usées ou des émissions de COV.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les peintures à durcissement UV peuvent être appliquées grâce à plusieurs techniques, comme l'application à la brosse, au rouleau, par coulée, par pulvérisation et sous vide. Les revêtements en poudre durcis par rayonnement sont en cours de développement, mais la majorité des revêtements en poudre sont durcis dans des fours traditionnels à haute température, voir Section 20.7.2.6.

Applicabilité : Largement appliqué.

Dans le revêtement d'emballages métalliques, les revêtements durcis aux UV sont largement appliqués dans la fabrication des canettes à trois pièces. Cependant, ils ne sont pas appliqués dans la fabrication de canette EE et de tubes en aluminium.

Dans le revêtement des pièces à traiter en plastique, les revêtements durcis aux UV sont appliqués pour les couches transparentes, par exemple pour les enjoliveurs.

Dans la peinture de meubles et de bois, les revêtements à base d'eau durcis aux UV sont couramment appliqués pour certains revêtements de meubles et de bois. C'est généralement le cas lorsque les panneaux plats peuvent être revêtus séparément et que le revêtement est réalisé avant le montage du meuble.

Ils ne sont actuellement pas appliqués dans l'industrie automobile, pour le revêtement des avions, des bateaux, des trains, des bus et des machines agricoles et des engins de chantier, des camions et des véhicules commerciaux et pour le prélaquage en continu (voir aussi la Section 22.14.2).

Aspects économiques : Les coûts dépendront des spécifications, des quantités et du fournisseur. Par exemple, les coûts de peintures UV à base d'eau (environ 50 % d'extrait sec) s'élèvent à 6,50 EUR par kilo, ce qui est supérieur aux peintures traditionnelles (par exemple les peintures PU à 2 composants coûtent 4,35 EUR par kilo). Cependant, avec des peintures pures durcies aux UV (qui ont 100 % d'extrait sec), le coût total au m² sera inférieur car une efficacité plus élevée sera atteinte grâce à la forte teneur en extrait sec, et au moins 50 % de la surpulvérisation pourra être réutilisée.

Le prix approximatif par kilo du revêtement en poudre par durcissement par UV se situe entre 3,01 et 5,38 EUR.

Les coûts d'investissement d'une nouvelle unité de revêtement en poudre par durcissement UV s'élèvent à environ 875 000 EUR – dont environ 275 000 EUR pour la cabine d'application et l'installation de séchage et 600 000 EUR pour l'automatisation, les matériaux tampons et le système de manutention. Les coûts d'exploitation sont plus ou moins les mêmes que ceux d'une unité traditionnelle d'application à base de solvants en place.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003, 76, TWG, 2004] [155, CEPE, 2006]

20.7.2.6 Revêtements en poudre – durcissement traditionnel

Description : Les revêtements en poudre sont des matériaux sans solvants qui consistent en une poudre dont la taille de particule varie entre 25 et 60 µm. La Section 20.7.2.5 aborde le développement des revêtements en poudre durcis par rayonnement mais la majorité des revêtements en poudre sont durcis dans des fours traditionnels à haute température.

Les principaux filmogènes sont le polyester ou les résines époxy. Pour le durcir, le matériau est chauffé dans un four à convection où il fond et fusionne en un film. Les systèmes de revêtement en poudre montrent les propriétés positives suivantes :

- * quasiment aucune émission de solvants
- * l'eau n'est pas nécessaire pour absorber les particules de laque dans la cabine de peinture

- * une faible génération de déchets si la possibilité de recycler la peinture est utilisée
- * le recyclage de peinture est techniquement possible (jusqu'à 95 %) et nécessaire pour des raisons économiques
- * une efficacité d'application élevée, jusqu'à 100 %
- * la forte proportion d'air circulant dans la cabine de peinture entraîne une réduction de la consommation d'énergie.

Cependant, ils présentent également les inconvénients suivants :

- * le contrôle de l'épaisseur du film est difficile (voir Données d'exploitation ci-dessous). Par exemple, dans l'industrie automobile, une épaisseur de couche plus importante (environ 65 μm) que ce qui est nécessaire sera créée, ce qui entraîne une consommation de peinture plus importante ; cependant, des couches plus fines (environ 55 à 60 μm) sont de nos jours de plus en plus réalisables
- * des températures de durcissement plus élevées (environ 140 – 200 °C) sont nécessaires et, de ce fait, la technique ne peut pas être appliquée à tous les substrats. Cependant, des revêtements en poudre à faible température, qui durcissent à des températures d'environ 60 – 100 °C, sont de plus en plus souvent disponibles
- * les conditions d'application sont strictement définies (température, humidité)
- * une application manuelle n'est possible que si certaines normes de sécurité (contre la poussière, les tensions électrostatiques) sont respectées.

Avantages pour l'environnement : L'application de revêtement en poudre ne génère ni eaux usées, ni émissions significatives de COV.

La technologie de peinture en poudre appliquée par pistolage assisté électrostatiquement ne nécessite pas de recapter la surpulvérisation de particules de peintures avec de l'eau. Le retraitement des eaux usées n'est donc pas nécessaire et l'utilisation d'additifs (comme des agents coagulants) peut être évitée.

Les outils d'application et les cabines complètes peuvent tous être nettoyés par nettoyage sous vide ou par soufflage d'air comprimé. De cette façon, des ressources sont économisées et les émissions de solvant sont évitées.

Effets croisés : Des températures de durcissement élevées sont nécessaires. Cependant, le durcissement combinant des techniques infrarouges et de circulation d'air a une efficacité énergétique plus élevée par rapport aux techniques traditionnelles de durcissement.

De faibles niveaux de COV peuvent être émis lors du durcissement – du fait de la chimie de la réaction.

Il y a des risques pour la santé sur le lieu de travail, qui sont dus par exemple aux substances mutagènes utilisées comme l'isocyanurate de triglycidyle (TGIC).

Il peut y avoir des risques électrostatiques potentiels.

Données d'exploitation : Le problème de l'épaisseur du film dans les revêtements en poudre n'est pas simple. La gamme possible d'épaisseurs de film appliqué est limitée par la distribution granulométrique de la poudre ainsi que par la vitesse d'application et les conditions de durcissement. Il est donc techniquement possible d'appliquer une couche d'une épaisseur aussi fine que 5 microns, mais la poudre doit être finement moulue et précisément contrôlée. Il s'agit d'une opération très coûteuse. De plus, ces poudres très fines ont de mauvaises aptitudes à l'écoulement et un faible coefficient de transport, elles sont donc difficiles à appliquer. Des revêtements en poudre permettant une application à 30 microns sont certainement disponibles pour certaines utilisations finales. À l'autre extrémité, des revêtements très épais peuvent être appliqués par sinterisation en lit fluide, mais dans ce cas, la limitation est le temps nécessaire au transfert de la chaleur pour fondre, couler et fusionner la poudre. Si la formule est thermofixée (thermodurcissement), la surface peut être durcie avant que la fonte et la fusion complètes n'aient eu lieu, en piégeant des bulles d'air dans le film. À moins que cela ne soit exigé par une utilisation finale particulière, une épaisseur de film de plus de 90 microns est inhabituelle simplement pour des raisons économiques.

Actuellement, les revêtements en poudre sont principalement appliqués par pistolage assisté électrostatiquement sur les pièces à traiter (surtout sur des surfaces en métal, mais aussi en verre). Les revêtements en poudre pour le revêtement en série du bois ne sont appliqués que dans un nombre très limité d'installations du fait des températures de séchage élevées nécessaires. Les panneaux de fibres moyenne densité (MDF) constituent un exemple d'application réussie des revêtements en poudre.

L'utilisation de revêtements en poudre est aussi limitée pour les surfaces en plastique du fait de l'absence de conductivité électrique et de la sensibilité aux températures.

Applicabilité : Dans plusieurs secteurs, l'application de revêtements en poudre est déjà une technique bien établie. En ce qui concerne les avantages pour l'environnement, il existe des possibilités d'automatisation et de bonne rentabilité du fait de la possibilité de recycler la surpulvérisation, et l'utilisation de revêtements en poudre ne cesse de croître. Les revêtements en poudre requièrent des techniques d'application électrostatiques et sont, par conséquent, principalement adaptés au métal.

Dans l'industrie automobile, la couche primaire et la couche transparente en poudre ne sont utilisées que dans une installation de l'industrie européenne, voir Section 6.4.3.2, bien qu'elles soient largement utilisées aux États-Unis. Actuellement, outre les problèmes opérationnels associés au changement de procédé (comme le maintien des couleurs et d'une finition correctes), un système de revêtement en poudre ne répond pas à la majorité des spécifications de qualité des fabricants européens.

Dans le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier, un fabricant construit actuellement une installation de revêtements en poudre. Cette chaîne de production remplacera un revêtement traditionnel à 1 couche de finition à base de solvants à 2 composants. Cette technique est prête pour la production en série de machines agricoles et engins de chantier.

Dans le prélaquage en continu, les revêtements en poudre ne sont utilisés que de manière limitée du fait des difficultés liées à la vitesse et au contrôle. Ils sont spécialement utilisés dans le secteur de la construction, par exemple pour les panneaux plats, les encadrements de fenêtres, les sanitaires et dans l'industrie de traitement des tôles.

Dans le revêtement d'emballages métalliques, le revêtement en poudre peut être appliqué sur la soudure des canettes à trois pièces. Cependant, il ne peut pas être appliqué sur les canettes EE.

Dans le revêtement des pièces à traiter en plastique, il est actuellement appliqué uniquement en petits lots pour le revêtement de petites pièces, comme les pièces composites en métal et en plastique des radiateurs de voitures.

Dans la peinture du bois et des meubles, il est actuellement uniquement appliqué avec succès sur les panneaux de fibres moyenne densité (MDF).

Ils ne sont actuellement pas appliqués pour le revêtement des avions, des bateaux, des trains, des bus et des camions et véhicules commerciaux, ou uniquement pour le revêtement de composants (voir le Chapitre 13 sur le revêtement d'autres surfaces en métal et le Chapitre 16 sur le revêtement de plastiques). L'argument concernant les avions et les bateaux est qu'une étape de séchage forcé est nécessaire et que, dans ces industries, elle ne peut être appliquée que sur les composants.

Aspects économiques : Les coûts dépendront des spécifications, des quantités et du fournisseur. Actuellement, le prix des systèmes de revêtement en poudre est toujours plus élevé que celui des systèmes de revêtement traditionnel. Le prix par kilo était compris entre 3,01 et 5,38 EUR (en 2006).

Le remplacement d'une unité traditionnelle d'application à base de solvants par une unité de revêtement en poudre ne nécessite que le remplacement des systèmes d'application de peinture ; les fours n'ont pas forcément besoin d'être remplacés. Cependant, dans l'industrie automobile, les revêtements en poudre nécessitent des cabines de pulvérisation, des systèmes d'approvisionnement et des fours de durcissement complètement neufs.

Moteurs de la mise en œuvre : Réduction des émissions de COV.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [155, CEPE, 2006] [168, ESIG, 2005] [89, Envirowise, 2003] [90, Envirowise, 1998]

20.7.2.7 Pâtes de poudre

Description : Les pâtes de poudre sont des poudres dispersées et stabilisées dans l'eau. Elles sont appliquées en utilisant un équipement classique pour peintures liquides. Elles peuvent être utilisées pour des applications de couche transparente.

Avantages pour l'environnement : L'application de revêtement en pâte de poudre ne génère ni eaux usées ni émissions de COV. Dans l'industrie automobile, des économies significatives d'énergie sont réalisées en remplaçant la couche transparente traditionnelle à 2 composants par une couche transparente en pâte de poudre appliquée selon la technique humide sur humide. Avec l'application humide sur humide, l'étape de séchage intermédiaire peut être évitée.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Une étape de séchage forcé est nécessaire.

Applicabilité : Cette technique n'est actuellement appliquée que pour le revêtement des voitures, voir Section 6.4.3.3.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

20.7.2.8 Matériaux pré-enduits

Description : Des matériaux pré-enduits peuvent être utilisés dans l'assemblage de produits, réduisant le nombre de revêtements de peinture à appliquer ou éliminant la nécessité de peindre. Dans le cas de revêtements de substrats aux dimensions uniformes, comme les métaux prélaqués en continu, le bois ou les panneaux de fibre, etc., les revêtements peuvent être appliqués en utilisant des techniques qui sont plus difficiles à appliquer aux produits assemblés ou en pièces détachées, mais qui sont plus bénéfiques pour l'environnement (voir Section 20.7.3).

Avantages pour l'environnement : Réduction significative des émissions de COV dépendante des activités de pistelage qui sont remplacées par l'utilisation de matériaux prélaqués en continu. Utilisation plus efficace des matériaux. Séchage et durcissement plus efficaces. Collecte et destruction plus efficaces des émissions lors du prélaquage en continu, car l'application des revêtements sur une surface plate continue et l'extraction des gaz résiduels d'une surface plate continue sont plus faciles et plus efficaces que pour un revêtement formé de composants et de pièces.

Effets croisés : Aucun. Bien que les émissions soient transférées sur le producteur de prélaquage en continu, elles sont réduites, voir Avantages pour l'environnement ci-dessus.

Données d'exploitation : Les matériaux pré-enduits sont produits par prélaquage en continu, voir Chapitre 14.

Applicabilité : Le métal prélaqué en continu est en général livré complet avec une couche de finition, mais il peut aussi être livré avec une couche primaire prête pour l'application de la (des) couche(s) suivante(s). Il est utilisé pour un nombre croissant d'applications dont : les produits du bâtiment et de la construction, les appareils électriques (produits blancs), l'industrie automobile, les caravanes et les mobile homes, les armoires métalliques, etc.

Dans le revêtement des trains, les matériaux prélaqués en continu sont de plus en plus utilisés pour la production de wagons de trains de marchandises.

Dans les machines agricoles et engins de chantier, certains fabricants appliquent une électrodeposition et une couche de finition avant l'assemblage ; les matériaux prélaqués en continu pourraient dans ce cas constituer une option.

Dans le revêtement d’emballages métalliques, les revêtements prélaqués en continu sont largement appliqués dans la fabrication de canettes à trois pièces.

Aspects économiques : Réduction des étapes de production et concentration sur le cœur de métier.

Moteurs de la mise en œuvre : Réduction des émissions sur le lieu de travail et dans l’environnement.

Installations de référence : Largement appliqué.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.7.2.9 Peintures contenant des métaux toxiques

Description : Les pigments de peinture contiennent des métaux toxiques comme le cadmium, le chrome hexavalent, le nickel et le plomb pour la couleur de leurs composés et pour la résistance à la corrosion. Cependant, leur utilisation est maintenant strictement limitée par la réglementation à des activités qui ne font pas partie du domaine d’application de ce document, voir Section 1.2.3.

Avantages pour l’environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Matières toxiques dans l’environnement.

Données d’exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Applications spécialisées, comme la restauration, etc. ne faisant pas partie du domaine d’application de ce document.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail. Réglementations commerciales et d’utilisation. Législation sur les produits et les déchets.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [102, EC, 2000]

20.7.3 Techniques et équipements d’application de peinture

Les procédés présentant une forte efficacité d’application sont le revêtement par remplissage, l’application au rouleau, par coulée, par trempage, par noyage et sous vide. Ces procédés génèrent moins de surpulvérisation que les applications par pistolage mais ne sont pas universellement applicables. Il existe deux procédés de trempage : traditionnel et à électrodéposition.

Le pistolage peut se faire avec ou sans assistance électrostatique. Pour le pistolage assisté électrostatiquement, un champ électrique est généré entre la pièce à traiter et le pistolet de peinture. On obtient alors les avantages suivants concernant l’environnement ainsi que l’efficacité de la couche :

- * des consommations de matières premières moins importantes, des émissions moindres, des quantités de résidus de peinture inférieures et une souillure réduite des zones de peinture (moins de nettoyage)
- * des possibilités améliorées d’automatisation des procédés de peinture, un revêtement plus rapide et par conséquent une productivité plus élevée
- * une consommation moindre d’air (demande énergétique inférieure).

Les inconvénients des applications de pistolage assisté électrostatiquement sont le risque de coulées sur les bords et des épaisseurs de couche qui sont trop profondes dans les cavités et les bordures intérieures du fait d’une concentration de matériaux de peinture sur ces zones. Plusieurs applications de pistolage assisté électrostatiquement sont utilisées et sont décrites dans les sections suivantes. Il peut aussi y avoir des conditions particulières concernant la qualité obtenue, la géométrie, les matériaux de peinture, la conductivité électrique (affectant par exemple la capacité à repeindre les surfaces) et la sécurité sur le lieu de travail liée aux hautes tensions utilisées.

Malgré l'augmentation croissante des techniques d'application électrostatique, le pistelage sans charge électrostatique est toujours largement utilisé pour diverses applications. Par rapport aux procédés électrostatiques, les investissements sont nettement inférieurs. Il n'y a pas non plus de conditions particulières concernant la géométrie, les matériaux de peinture, la conductivité électrique et la sécurité sur le lieu de travail. Les inconvénients de ces techniques d'application sont leur plus faible rendement. Plusieurs techniques ont donc été développées pour réduire au maximum la surpulvérisation, et leur rendement est comparable à celui des procédés électrostatiques. Ces techniques sont aussi décrites dans les sections suivantes [128, TWG, 2005].

20.7.3.1 Revêtement au rouleau

Description : L'application se fait à l'aide de rouleaux rotatifs en caoutchouc ou revêtus de mousse ; un revêtement des deux cotés est également possible. La masse d'application peut être ajustée en faisant varier l'espace entre les rouleaux. Si la pièce à traiter et le rouleau se déplacent dans le même sens, seules des couches de 12 µm maximum peuvent être appliquées, et seuls des matériaux de revêtement présentant une certaine viscosité peuvent être utilisés. Ces problèmes ne se produisent pas dans les procédés de revêtement inversé, où les rouleaux tournent dans le sens inverse du mouvement de la pièce à traiter.

Une utilisation particulière du revêtement inversé consiste à appliquer des couches de remplissage sur du bois. Dans les procédés automatisés, le matériau de remplissage est appliqué par roulement sur les vernisseuses-enduiseuses et l'excédent de matériau est essuyé. Après le durcissement, une abrasion est nécessaire pour obtenir une surface lisse.

Avantages pour l'environnement : En fonction de la pièce à traiter et des conditions de traitement, on peut atteindre un rendement des matériaux d'environ 90 à 100 %.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Le revêtement au rouleau est particulièrement applicable pour les matériaux à 1 ou 2 composants et les matériaux de polymérisation à haute viscosité ou à teneur en extrait sec de 100 %.

Dans le revêtement d'emballages métalliques, les revêtements au rouleau sont couramment appliqués pour l'application du revêtement externe des canettes. Lors de la fabrication des canettes à trois pièces, les revêtements au rouleau sont exclusivement utilisés pour la peinture des tôles et les « bandes latérales » pourraient aussi être appliquées en utilisant des rouleaux. Lors de la fabrication des tubes en aluminium filé, les revêtements au rouleau sont exclusivement utilisés pour l'application de la couche de fond.

Cette technique est largement appliquée dans le prélaquage en continu, voir Section 14.4.4.1.

Dans le revêtement du bois et des meubles, le revêtement au rouleau est principalement applicable aux pièces à traiter plates, comme les panneaux (plaques) en matériaux composites en bois, mais les produits légèrement convexes comme les panneaux en bois peuvent aussi être traités. Pour des surfaces plus convexes, les couches de remplissage sont appliquées avec un équipement manuel, par exemple avec des spatules.

Cette technique n'est utilisée dans les industries maritimes que pour le revêtement des filets.

Aspects économiques : Une machine de remplissage légère utilisée pour le revêtement du bois et des meubles, ayant une largeur de travail de 1,3 mètre et une puissance électrique installée de 5,5 kW, coûtait 55 000 EUR en 2000. Dans un autre exemple, un rouleau en mousse présentant une largeur de travail de 1,3 mètre et une puissance électrique de 3 kW coûtait environ 26 000 EUR en 2000. Une machine appliquant deux rouleaux (système double) avec la même largeur de travail et une puissance électrique de 6 kW coûtait 52 000 EUR, toujours en 2000.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Voir Aspects économiques.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005]

20.7.3.2 Application au rideau (coulée)

Description : La peinture ou le revêtement est retenu dans une auge à tête et est déversé dans un film laminaire à travers lequel passent les pièces à traiter. L'excédent de matériau de revêtement est récupéré dans un réservoir et pompé vers la masselotte.

Ce sont principalement des laques sans solvants à base de polyester qui sont appliquées, mais d'autres types de matériaux de revêtement peuvent aussi être traités. L'application au rideau peut atteindre une grande qualité en matière d'égalité des couches.

Avantages pour l'environnement : En fonction de la pièce à traiter et des conditions de traitement, on peut obtenir un rendement des matériaux d'environ 90 à 98 %.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Dans l'application au rideau, on revêt des pièces à traiter unies ou quasiment unies. Selon le type de machine, des masses d'application allant de 40 à 500 g/m² peuvent être traitées.

L'application au rideau est principalement utilisée dans l'industrie du meuble pour le revêtement de portes, d'éléments muraux et autres plaques.

Il est également largement utilisé pour le revêtement de cartes de circuit imprimé (de plus amples informations sont données dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2005]).

Aspects économiques : Une installation par coulée utilisée dans l'industrie du revêtement des meubles et du bois présentant une largeur de travail de 1,3 mètre et une puissance électrique installée de 3 kW coûtait 35 000 EUR en 2000.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [59, EIPPCB, 2005]

20.7.3.3 Trempage traditionnel

Description : Les pièces à traiter sont soit trempées manuellement, soit transportées puis trempées par l'intermédiaire de systèmes automatiques dans un réservoir rempli du matériau de revêtement. Le trempage peut être appliqué pour tous les systèmes de revêtement à 1 composant.

Avantages pour l'environnement : Les avantages du trempage sont un rendement très élevé allant jusqu'à 100 %, un revêtement complet des pièces à traiter (surfaces extérieures et intérieures), une bonne rentabilité, une forte capacité opérationnelle et de bonnes possibilités d'automatisation. Cependant, un rendement de 80 à 90 % est aussi rapporté.

Aucune action de pistolage ne dégage de solvants, bien qu'une évaporation émane du réservoir.

Effets croisés : Par rapport au pistolage, des couches de revêtement plus épaisses sont obtenues, ce qui pourrait par conséquent entraîner une consommation de matières premières plus importante. Dans le revêtement de machines agricoles et engins de chantier, par exemple, pour obtenir une couche d'une épaisseur de 50 µm appliquée par revêtement par pistolage (HVBP) au lieu d'une épaisseur de 85 µm lors d'une application par trempage, la consommation de matériaux est moins importante (même si le rendement est moins élevé du fait de l'application au pistolage).

Données d'exploitation : Des fentes dans les pièces à traiter pourraient être nécessaires pour libérer l'air piégé.

Le trempage dans des peintures à base d'eau pourrait entraîner la formation de mousse. Les peintures à base d'eau ne sont stables que dans une plage de pH réduite et sont, par conséquent, très sensibles aux

contaminations provenant des procédés de prétraitement (de plus amples informations sont données dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2005]). Une étape de séchage après prétraitement, par exemple des procédés de nettoyage, est souvent inutile lors de l'application de peintures à base d'eau.

Applicabilité : Pour la production en série d'articles en vrac qui sont revêtus d'une seule teinte sans changement de couleur, le trempage est applicable. Des masses d'application de 60 à 200 g/m² peuvent être traitées.

Dans le revêtement de machines agricoles et engins de chantier, le trempage est utilisé pour l'application de couches de finition à 1 couche. Des couches de 85 µm sont couramment obtenues.

Dans le revêtement du bois et des meubles, le trempage est couramment appliqué pour le revêtement de cadres de fenêtres en bois dans la production en série. Cependant, cette technique est en général limitée dans son application à l'industrie du bois et des meubles.

Cette technique n'est actuellement pas appliquée pour le revêtement des avions et des bateaux et, si elle est applicable, ce n'est qu'aux composants récemment construits. Cette technique n'est pas appliquée pour le revêtement des trains.

Elle est utilisée dans les industries maritimes pour le revêtement des filets.

Aspects économiques : C'est une technique rentable.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installation de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [59, EIPPCB, 2005]

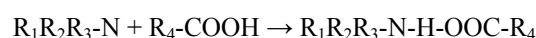
20.7.3.4 Électrodéposition

Description : Cette technique est aussi connue sous le nom de dépôt électrolytique, électropeinture, peinture par électrophorèse, ELPO, *e-coat*, trempage par cataphorèse, etc. Dans le réservoir de peinture à base d'eau, un courant électrique continu circule entre la pièce à traiter qui forme une électrode et les électrodes de polarité inverse qui sont situées dans le réservoir. Un film de protection stable se dépose. En fonction de la polarité de la pièce à traiter, l'électrodéposition anodique (anaphorèse) ou cathodique (cataphorèse) se produira, avec différentes caractéristiques. Dans le revêtement anodique, il est possible que le substrat subisse une certaine perte de métal, faisant de la surface fraîche en métal une couche de surface acide qui peut facilement s'oxyder (c'est-à-dire se corroder). Cela ne se produit pas avec les systèmes cathodiques, qui sont maintenant les systèmes les plus largement utilisés, contribuant au développement des systèmes de revêtement moderne à haute résistance anti-corrosion (ce qui est essentiel en matière de normes de qualité, par exemple pour les voitures).

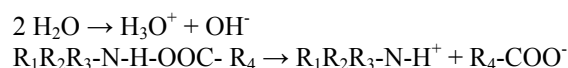
L'électrolyte contient les particules chargées positivement des pigments de peinture en suspension et des bases (comme la résine polymère) et les particules chargées négativement des anions d'un acide organique R-COOH (en général de l'acide acétique, où R = CH₃).

Dans la solution (ou mieux la suspension colloïdale), les anions acides (dans un ratio adapté) sont attirés par les particules de résines solubles, qui présentent une forte densité de charge. Les particules de résine sont formées par des amines tertiaires de masse moléculaire élevée (en général R₁R₂R₃-N) qui, dans la solution acide organique, réagissent pour former des ions quaternaires d'ammonium avec une charge positive.

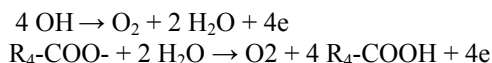
La réaction initiale dans la préparation de la peinture est la suivante :



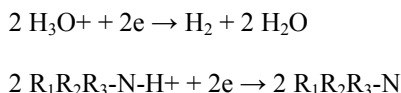
Les procédés de dissociation se produisant dans la solution sont :



Les procédés électrochimiques se produisant à l'anode sont :



Les particules colloïdales positivement chargées se déplacent dans la solution conductrice (avec sa tension (potentiel) appliquée) par électrophorèse vers la cathode (négative). Au cours de la première étape, les procédés électrochimiques suivants se produisent à la cathode, et, dans une solution au pH neutre, forment une couche de diffusion alcaline à la surface de l'anode (avec un pH compris entre 12 et 14) :



Les particules sont déposées par électrodéposition quand les cations (résine et pigments) réagissent avec les ions hydroxyles pour devenir insolubles. Enfin, comme les matières sèches des peintures sont précipitées sur la cathode, l'eau est chassée du voisinage de la cathode à travers un film semi-poreux par électro-osmose. L'effet d'ensemble est la formation d'un film solidement adhérent et physiquement durable. Comme le film présente une résistance relativement élevée, le procédé s'arrête de lui-même lorsque l'épaisseur du film est quasiment la même sur toutes les surfaces et toutes les bordures.

La solution produite contient de la peinture non déposée qui doit être rincée pour obtenir une grande qualité dans les revêtements suivants.

Avantages pour l'environnement : Tous les électrorevêtements utilisés sont à base d'eau et sans plomb (le plomb est remplacé par de l'yttrium ou du bismuth) ; leur teneur en solvants organiques s'élève à environ 2 à 6 %. Lorsqu'ils sont combinés à un rinçage en cascade inversé avec filtration sur membrane, une très forte proportion de peinture entraînée est récupérée (près de 100 %).

Effets croisés : Augmentation possible des débits des eaux usées. La suspension de peinture peut contenir des composés organostanniques comme catalyseurs, d'autres composés écotoxiques, bien que ceux-ci soient largement retenus dans le procédé grâce au système de recyclage des matières sèches de la peinture. L'effluent contient aussi une substance avec une DCO (1 000 à 5 000 mg/l ont été émis lors des procédés de rinçage) et une DBO de 200 à 1 000 mg/l (1 à 3 g/m² de DCO et 0,2 à 1 g/m² de DBO). 90 % de la DCO et 99 % de la DBO peuvent être éliminés par traitement physico-chimique suivi d'un traitement biologique.

Données d'exploitation : Les avantages de l'électrodéposition sont :

- * le revêtement régulier et complet avec une épaisseur uniforme (même dans les cavités) sans formation de coulées sur les bords. Cela est en partie dû au fait que le procédé limite de façon inhérente l'épaisseur du film
- * les paramètres peuvent être contrôlés par la tension (le potentiel) appliquée, le temps de revêtement et les matières solides du bain (dans les limites du procédé)
- * un procédé à haut rendement avec possibilité d'automatisation complète.

Les inconvénients sont :

- * le haut niveau de maintenance des réservoirs de peinture requis pour l'assurance qualité
- * des coûts d'investissement élevés pour l'installation d'un système complet.

L'utilisation des techniques de cascade et d'ultrafiltration pour le rinçage des réservoirs d'électrodéposition est une pratique courante (voir Section 20.12.6). De plus amples informations sont données dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2005].

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée dans l'industrie automobile, pour le revêtement des bus, des machines agricoles et des engins de chantier, des camions et des véhicules commerciaux.

Elle peut s'appliquer aux composants en métal, même aux métaux mixtes comme certains alliages et sous-ensembles avec brasage ou soudure. Elle est également largement utilisée pour le revêtement d'une diversité de petits composants.

Cette technique n'est actuellement pas appliquée pour le revêtement des avions, des trains, des bateaux et des yachts.

Aspects économiques : Comme le système d'électrodéposition est généralement très automatisé et fourni déjà équipé des systèmes de rinçage multiple à contre-courant et de filtration sur membrane pour récupérer la peinture entraînée, les coûts d'investissements et de matières premières sont en général élevés.

Moteurs de la mise en œuvre : Faibles impacts sur la sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Largement utilisé dans l'industrie de la construction de véhicules ; CROPUSA, Burgos, Espagne (pour les composants).

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [59, EIPPCB, 2005][128, TWG, 2005] [179, France et TWG, 2003 177] [180, CzechRepublic, 2006] [181, ACEA, 2003]

20.7.3.5 Noyage

Description : Les pièces à traiter sont transportées au moyen de systèmes convoyeurs dans un canal fermé, qui est alors inondé de matériau de peinture par le biais de tubes d'injection. L'excédent de matériau est collecté et réutilisé.

Avantages pour l'environnement : En fonction de la pièce à traiter et des conditions de traitement, on peut obtenir un rendement d'environ 95 à 99 %.

Effets croisés : Par rapport aux applications par trempage, les pertes par évaporation sont plus élevées.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Le procédé est particulièrement adapté aux grandes pièces à traiter présentant une aire importante, comme les éléments chauffants, à la peinture des pièces de châssis de camions ou de machines agricoles, et à l'étanchéisation des cavités dans l'industrie automobile.

Des masses d'application de 60 à 200 g/m² peuvent être traitées.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

20.7.3.6 Revêtement sous vide

Description : Les pièces à traiter sont transportées au moyen de systèmes convoyeurs dans une chambre fermée où le vide est créé. Les produits qui vont être peints traversent cette chambre à grande vitesse. La peinture est appliquée de quatre côtés différents.

Avantages pour l'environnement : En fonction de la pièce à traiter et des conditions de traitement, un rendement d'environ 80 à 100 % peut être obtenu.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Le revêtement sous vide est couramment appliqué pour la peinture des panneaux MDF, du bois massif, du placage, des profilés en matériaux composites papier, des vitres de fenêtres, des plinthes et des panneaux pour murs et plafonds.

Outre pour les peintures à base d'eau, le revêtement sous vide a aussi été récemment appliqué à la peinture à durcissement par UV sur du bois ou des matériaux composites en bois. Le revêtement sous vide n'est applicable que sur le bois pouvant résister au vide.

Aspects économiques : Dans un scénario réel, le remplacement du pistolage sans air assisté par air de peintures à base d'eau avec séchage infrarouge par un revêtement sous vide, en appliquant des peintures à durcissement par UV, a permis de réaliser des économies s'élevant à 262 000 EUR en l'espace d'une année. La période de recouvrement était inférieure à deux ans (rapporté en 2003). Ceci a permis d'éviter la production d'émissions de COV (14 tonnes/an), de déchets (qui s'élevaient à 100 tonnes/an) et le rendement des matériaux utilisés pour la peinture à durcissement par UV était de 100 %.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [63, Vito, 2003, 76, TWG, 2004]

20.7.3.7 Peinture en moule

Description : Le revêtement de surface est appliqué à un moule et le matériau à enduire est mis au contact du revêtement dans le moule ou sur le moule.

Cette technique s'applique aux volants qui sont composés de matériaux PUR à 2 composants versés dans un moule. La production et la peinture du volant sont réalisées simultanément. Pour le revêtement du volant, un agent de démoulage est appliqué au moule chauffé et le matériau de revêtement est pulvérisé sur l'agent de démoulage. Après un court temps d'évaporation, le matériau PUR du volant est versé dans le moule et le moule est fermé. Le procédé de moussage du PUR commence et le matériau de revêtement adhère au PUR en même temps.

Avantages pour l'environnement : La proportion de surpulvérisation et, par conséquent, la perte de matériau, représente environ 20 % des ressources utilisées.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Jusqu'à présent, seuls des matériaux de revêtement à base de solvants ont été appliqués car les systèmes de revêtement en moule à base d'eau sont actuellement en phase de test.

Applicabilité : Cette technique peut être utilisée dans la construction de composants en résine plastique (par exemple les coques de bateaux) et pour la production des volants.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

20.7.3.8 Pistolage traditionnel à haute et à basse pression

Description : L'atomisation de matériau de peinture se fait mécaniquement en utilisant de l'air comprimé. Dans un pistolet de pulvérisation classique, le matériau de peinture et l'air comprimé sont introduits dans un gicleur où la peinture est atomisée. L'air libéré transporte les particules de peinture sur la surface. Avec une pression d'air plus élevée, une quantité de peinture plus importante sera pulvérisée, mais les pertes par surpulvérisation seront aussi plus élevées. Si la pression de l'air est trop faible, le résultat sera une mauvaise qualité de surface.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Consommation plus élevée de ressources par rapport à d'autres techniques d'application et cette technique est associée à des émissions de COV plus élevées.

Données d'exploitation : Toutes les surfaces peuvent être revêtues par cette méthode et des surfaces de haute qualité peuvent être obtenues.

Applicabilité : Le rendement varie d'environ 5 % pour les pièces à traiter de type treillis à environ 30 à 60 % pour les pièces à traiter avec une plus grande aire de surface. Le rendement dans l'industrie automobile est rapporté comme se situant entre 18 et 35 % lors d'une application manuelle sans assistance électrostatique.

Le pistolage traditionnel est applicable à toutes les surfaces et est, par exemple, appliqué pour le revêtement de véhicules, de meubles et de machines. Des masses d'application allant jusqu'à 250 g/m² peuvent être traitées.

Dans l'industrie automobile, un procédé d'application avec pistolage à air traditionnel est souvent nécessaire après l'application électrostatique de la couche de fond, afin d'obtenir la qualité optique désirée (effets métalliques ou nacrés).

Cette technique est couramment appliquée pour le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier, pour le revêtement des trains, pour le revêtement des emballages métalliques (pour l'intérieur des canettes EE) et pour la peinture du bois et des meubles.

Le pistolage traditionnel constitue le meilleur choix pour l'application des couches de finition de qualité sur les yachts car il permet d'obtenir une finition ultrabrillante.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005]

20.7.3.9 Pistolage haut volume, basse pression (HVBP) (pistolets de pulvérisation à haut rendement)

Description : L'atomisation de matériau de peinture se fait mécaniquement en utilisant de l'air comprimé. Pour l'atomisation, le matériau de peinture et l'air comprimé sont introduits dans un gicleur où la peinture est atomisée dans un pistolet de pulvérisation. L'air libéré transporte les particules de peinture sur la surface. Avec une pression d'air plus élevée, une quantité de peinture plus importante sera pulvérisée, mais les pertes par surpulvérisation seront aussi plus élevées du fait d'un écoulement d'air perturbé. Si la pression de l'air est trop faible, le résultat sera une mauvaise qualité de surface. Le procédé HVBP génère moins de petites particules de peinture atomisées que les techniques de pistolage traditionnel décrites dans la Section 20.7.3.8, car la pression d'air appliquée est réduite.

Le concept HVBP a été développé dans les années 80 dans le but d'obtenir une efficacité de transfert de 60 % en limitant la pression d'atomisation à 0,7 bar. Cette pression n'atteint cependant pas la qualité de finition ni la vitesse d'application requises. De nouvelles conceptions de buses à air ont été développées pour obtenir l'efficacité de transfert requise ainsi que la qualité de finition et la vitesse d'application désirées, mais en travaillant sous des pressions d'air d'atomisation plus élevées. La pression d'atomisation dans ces pistolets est plus élevée que celle liée au procédé HVBP mais est toujours inférieure à la moitié de la pression utilisée dans les pistolets d'atomisation traditionnels. Les pistolets à basse pression peuvent être alimentés par n'importe quel type de conteneur de peinture, fixé au pistolet, de réservoir ou de pompe sous pression. Le conteneur de peinture peut se situer au-dessus du pistolet ou être placé en dessous ; lorsqu'il est placé au-dessus, le conteneur peut être utilisé jusqu'à ce qu'il soit complètement vide.

Avantages pour l'environnement : Le procédé HVBP permet d'atteindre une utilisation du matériau comprise entre 40 et 80 %. Par rapport au pistolage à air comprimé et sous haute pression, des économies de matières premières allant jusqu'à 20 % sont réalisables si le conteneur de peinture est situé au-dessus du pistolet de pulvérisation.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Du fait de la génération de particules de peinture de plus grande taille, l'apparence optique peut être différente de celle du pistolage classique. Cependant, les pistolets modernes à basse pression produisent des revêtements d'une qualité égale à celle réalisée avec des pistolets sous haute pression pour une charge de travail similaire. La vitesse de travail en utilisant le procédé HVBP peut être plus lente et il est difficile de contrôler l'épaisseur du film sec.

Des masses d'application allant jusqu'à 250 g/m² peuvent être traitées.

Applicabilité : Le procédé HVBP peut être appliqué sur toutes les surfaces. Pour la peinture du bois et des meubles, il est appliqué pour les teintures pour bois de faible viscosité et de plus en plus pour d'autres systèmes de peinture. Cette technique est aussi couramment appliquée dans l'industrie automobile en général et, dans une moindre mesure, pour le revêtement des camions et des véhicules commerciaux et pour le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier. Comme les trains sont revêtus manuellement, le procédé HVBP peut être appliqué pour les couches de finition. Cette technique est aussi appliquée pour le revêtement des pièces à traiter en plastique.

Cette technique n'est pas couramment appliquée pour le revêtement des bateaux (où le procédé HVBP est utilisé dans certaines applications de couches de finition et éventuellement pour le vernissage) ou des avions.

Aspects économiques : Les pistolets de pulvérisation HVBP coûtent de 275 à 550 EUR environ, sans compter les coûts d'adaptation du compresseur et des tubes d'air comprimé à des débits plus élevés. Des coûts de formation du personnel sur un ou deux jours doivent aussi être pris en compte.

La période de recouvrement est souvent inférieure à un an, en fonction de la quantité de peinture appliquée et des rendements obtenus.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003, 76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.7.3.10 Pistolage à chaud

Description : L'atomisation de matériau de peinture peut se faire en utilisant de l'air comprimé ou par pistolage à chaud sans air. Le matériau de peinture et/ou l'air comprimé sont chauffés, la viscosité du système de peinture est, par conséquent, inférieure et la quantité de diluants peut être réduite, ce qui entraîne une réduction des émissions de COV. Le chauffage (à 60 – 70 °C) du matériau de peinture se fait dans le conteneur du pistolet de pulvérisation ou dans des conduites chauffées destinées à l'air comprimé et au matériau de peinture. On utilise des chauffe-eau instantanés pour le chauffage de l'air comprimé pour les matériaux de peinture qui, sinon, commenceraient déjà à réagir à ces températures. Cette technique peut être utilisée avec des systèmes époxy à 2 composants à base d'eau, à base de solvants ou sans solvants.

Avantages pour l'environnement : La quantité réduite de diluants entraîne moins, voire aucune, émission de COV. Par rapport au pistolage classique, le nombre de couches peut être réduit.

On peut atteindre des rendements de matériaux de 40 à 60 %. Une amélioration du rendement allant jusqu'à 10 % peut être obtenue par rapport au pistolage traditionnel.

Effets croisés : De l'énergie est utilisée pour le chauffage.

Données d'exploitation : Couramment utilisé pour les peintures à haut extrait sec, mais aussi applicable pour le pistolage à la cire chaude. Cette technique peut être utilisée dans les conditions suivantes :

- * 60 à 200 bar lorsque les peintures pulvérisées contiennent beaucoup de solvants ou d'eau
- * 200 à 400 bar lorsque les peintures pulvérisées contiennent beaucoup de matières sèches et épaisses
- * peintures à 2 composants si un mélange en ligne est appliqué (voir Section 20.6.3.1).

Du fait de la température plus élevée, une épaisseur de couche plus importante peut être appliquée sans formation de coulées sur les bords. Cependant, les restrictions suivantes s'appliquent également :

- * une vie en pot très courte
- * un équipement très coûteux
- * un rapport de mélange de volume à un nombre entier est nécessaire
- * une peinture époxy sans solvants/à haut extrait sec est utilisée
- * l'opérateur doit suivre une formation car l'équipement est difficile à utiliser.

Applicabilité : Le réchauffement nécessaire après les changements de couleur rend cette technique inadaptée aux procédés nécessitant de fréquents changements de couleur.

Le pistolage à chaud est parfois utilisé pour la peinture de meubles, comme les armoires. La technique pourrait être applicable au revêtement des bateaux et des yachts.

Aspects économiques : Comme des couches plus épaisses sont appliquées, les coûts de main d'œuvre sont inférieurs à ceux des revêtements classiques et de leurs méthodes d'application.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [27, InfoMil, 2003] [76, TWG, 2004, 128, TWG, 2005]

20.7.3.11 Pistolage sans air

Description : L'atomisation de matériau de peinture se fait mécaniquement en utilisant une pression hydrostatique. Le matériau de peinture traverse de force une petite buse en métal dur (< 2 mm) à des pressions matérielles de 80 à 250 bar. Le jet de peinture est alors brisé par les forces d'expansion et d'interaction du jet de peinture avec l'air stationnaire à l'extérieur de la buse. La technique de pistolage sans air peut être entièrement automatisée ou peut être appliquée manuellement.

Avantages pour l'environnement : Le rendement des matériaux de la technique de pistolage sans air est d'environ 5 % pour les pièces à traiter de type treillis et est compris entre 40 et 75 % pour les pièces à traiter avec une plus grande aire de surface.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Pour obtenir des qualités de surface similaires, les conditions de traitement doivent être ajustées comparées à celles du pistolage à air comprimé sous haute pression. Des changements rapides de couleur sont impossibles du fait de l'utilisation indispensable de pompes sous haute pression.

L'utilisation du pistolage sans air produit des profils grossiers qui nécessitent un ponçage avant de pouvoir appliquer des revêtements plus fins.

Applicabilité : Le pistolage sans air est utilisé dans l'industrie automobile. Il est couramment utilisé dans l'industrie du meuble et pour le revêtement industriel d'objets de taille relativement importante comme les avions, les bateaux ou les machines lourdes. Sur les trains, les couches d'impression peuvent être appliquées par pistolage sans air. Sur les bateaux, presque toutes les couches de peinture sont couramment appliquées par pistolage sans air. Ce système est bon marché, rapide et bien connu car il est utilisé depuis de nombreuses années. Il permet également de bien contrôler l'épaisseur du film sec. Il peut être utilisé à la fois pour les peintures à 1 composant et celles à 2 composants.

Aspects économiques : Les coûts d'investissement pour un pistolet de pulvérisation, une pompe et les autres équipements nécessaires sont de l'ordre de 3 600 à 7 800 EUR. Des coûts supplémentaires sont à prévoir pour la formation des opérateurs.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installation de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [27, InfoMil, 2003] [76, TWG, 2004]

20.7.3.12 Pistolage sans air assisté par air

Description : Les conditions sont les mêmes que celles décrites pour la technique sans air à la Section 20.7.3.11.

Avantages pour l'environnement : Le rendement des matériaux de la technique sans air assistée par air est d'environ 35 à 70 %.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Le pistolage sans air assisté par air présente généralement de meilleures performances que le pistolage sans air. Avec une bonne formation de l'opérateur, on peut obtenir la même performance qu'avec le pistolage traditionnel, en particulier pour les couches primaires.

Applicabilité : Cette technique est principalement appliquée pour le revêtement de grandes pièces ou surfaces. Elle est couramment appliquée pour la peinture du bois et des meubles. L'utilisation de pistolage sans air assisté par air est de plus en plus courante dans la finition des yachts.

Aspects économiques : Les coûts d'investissement pour un pistolet de pulvérisation, une pompe et les autres équipements nécessaires sont de l'ordre de 2 600 à 5 200 EUR (voir Littérature de référence ci-dessous). Des coûts supplémentaires sont à prévoir pour la formation des opérateurs.

Dans un cas spécifique, les coûts initiaux d'application de cette technique s'élevaient à 2 900 EUR tandis que des économies de 3 100 EUR par mois étaient réalisées sur la consommation de peinture. Dans ce cas particulier, la période de recouvrement était inférieure à un mois.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Voir Aspects économiques.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [128, TWG, 2005]

20.7.3.13 Atomisation du CO₂ – système Unicarb

Description : Dans ce procédé, les composés organiques sont remplacés par du CO₂, qui est introduit dans le matériau de peinture à forte viscosité. Le mélange de peinture et de CO₂ est traité à des températures de 40 à 70 °C avec une pression d'environ 100 bar. L'atomisation se fait par pistolage sans air. Du fait de l'évaporation rapide du CO₂, on utilise une couche de pulvérisation en forme de cloche avec une vitesse de particules de peinture moins élevée que pour le pistolage sans air habituel.

Avantages pour l'environnement : Les premières expériences pratiques réalisées dans divers secteurs, principalement aux États-Unis, montrent des réductions significatives des consommations de matériaux et des émissions de COV.

Effets croisés : De l'énergie est utilisée pour le chauffage. Contribution au réchauffement de la planète du CO₂ dégagé, bien que la quantité puisse ne pas être significative.

Données d'exploitation : Premières expériences pratiques réalisées dans divers secteurs, principalement aux États-Unis.

Applicabilité : Applicable dans divers secteurs. L'atomisation du CO₂ ne fonctionne pas avec des résines époxy car le CO₂ réagit avec le durcisseur.

Le substrat doit être résistant à la chaleur car le mélange de peinture et de CO₂ est traité à des températures de 40 à 70 °C. Cette température est parfois trop élevée pour le bois (risque de taches).

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [146, CEI-BOIS, 2006]

20.7.3.14 Procédés d'atomisation électrostatique

Description : Pour ce procédé, le matériau de peinture est atomisé au moyen d'un champ électrique. Le matériau de peinture est transporté jusqu'à la pièce à traiter par le même champ électrique que celui responsable de l'atomisation.

Il y a trois options différentes :

- * l'entrefer de pulvérisation, adapté aux pièces à traiter plates sans creux. Le débit de matière maximal est de 2 à 3 ml/min. Le temps nécessaire aux changements de couleur est long (environ 30 minutes). En fonction de la pièce à traiter et des conditions de traitement, le rendement peut atteindre 99 %
- * une cloche de pulvérisation, adaptée aux petites pièces et aux structures tubulaires avec uniquement des petits creux. En fonction de la taille des cloches de pulvérisation, un débit de matière maximal allant jusqu'à 250 ml/min est possible. Des changements de couleur peuvent être effectués en quelques minutes. Le rendement des matériaux est aussi très élevé (jusqu'à 95 % en fonction des conditions de traitement et de la géométrie de la pièce à traiter)
- * un disque de pulvérisation, également adapté aux structures tubulaires et aux petites pièces présentant des creux. Un débit de matière maximal allant jusqu'à 800 ml/min est possible en fonction de la taille du disque. Les temps de changements de couleur ainsi que le rendement sont comparables à ceux des cloches de pulvérisation.

Avantages pour l'environnement : En fonction de la pièce à traiter et des conditions de traitement, le rendement varie de 95 à 100 %. Par rapport au pistelage traditionnel, moins de résidus sont générés et les cabines de pulvérisation sont moins polluées, donc une quantité moins importante d'agents de nettoyage est nécessaire. Le temps de peinture est également réduit.

Effets croisés : Consommation d'énergie.

Données d'exploitation : Pour le bois, la teneur en humidité du bois doit être d'au moins 10 %.

Applicabilité : En général, pour utiliser la pulvérisation assistée électrostatiquement, le substrat doit être conducteur, il n'est donc pas possible de retravailler des revêtements existants (par exemple pour la réparation et la maintenance des bateaux). Cela limite aussi les revêtements et les substrats qui peuvent utiliser ces techniques. Il pourrait être nécessaire d'ajouter un additif de transfert de charge. Les matériaux à base d'eau ne peuvent pas être traités avec cette technologie, par conséquent les procédés avec atomisation électrostatique sont uniquement utilisés pour des applications spécifiques. Les avantages de ces dispositifs sont une bonne fiabilité et un haut rendement. L'effet de cage de Faraday empêche les particules de peinture d'atteindre les cavités. On peut rencontrer des problèmes de formation de trous d'épingles et de mauvaise apparence.

L'application par pulvérisation électrostatique automatisée est couramment appliquée pour le revêtement des voitures, des camions et des véhicules commerciaux.

Dans la peinture du bois et des meubles, la pulvérisation électrostatique est parfois utilisée sur des chaises et des cadres de fenêtres. Elle est généralement combinée à d'autres applications par pulvérisation, comme la pulvérisation à air comprimé, sans air et assistée par air.

Cette technique n'est pas appliquée pour le revêtement des bateaux et des trains.

Aspects économiques : Un système électrostatique de pulvérisation de peinture liquide comprenant un pistolet de pulvérisation, un conteneur de huit litres et les équipements associés coûte entre 5 100 et 7 800 EUR.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [62, CITEPA, 2003] [63, Vito, 2003] [76, TWG, 2004]

20.7.3.15 Cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement

Description : Les cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement atomisent mécaniquement les matériaux de peinture. Par conséquent, les propriétés électriques du matériau de peinture ne sont pas pertinentes. Par rapport à l'atomisation électrostatique, ces procédés présentent une plus grande flexibilité en ce qui concerne les matériaux de peinture et les débits de matière.

Des débits de matière allant jusqu'à 1 000 ml/min peuvent être atteints. Un changement de couleur peut être effectué en quelques secondes.

Avantages pour l'environnement : Réduction maximale de la consommation de matières premières et de déchets.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : La charge peut être chargée en externe ou en interne ; la charge interne coûte plus cher, mais permet une efficacité de transfert plus élevée. Si des peintures à base d'eau sont utilisées, la peinture ne doit pas être chargée électrostatiquement avant de quitter la cloche d'application (chargée en externe). Si des laques spéciales (peintures métalliques) sont appliquées, une variance de la couleur et de la qualité de surface peut se produire.

En fonction de la pièce à traiter et des conditions de traitement, une efficacité d'application allant jusqu'à 95 % peut être obtenue. Dans l'industrie automobile, un rendement allant jusqu'à 70 % peut être obtenu lorsque des systèmes électrostatiques chargés en interne sont utilisés. Par rapport au pistolage traditionnel, moins de résidus sont générés et les cabines de pulvérisation sont moins polluées, donc une quantité moins importante d'agents de nettoyage est nécessaire. Le temps de peinture est également réduit.

Applicabilité : Les peintures à base d'eau peuvent être traitées. Cette technique peut être utilisée avec des applications automatisées ou peut être appliquée manuellement.

Les cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement sont largement utilisées dans l'industrie automobile, et de plus en plus pour les pièces automobiles.

Dans le revêtement des avions, l'application par pulvérisation assistée électrostatiquement est couramment appliquée.

L'application par pulvérisation assistée électrostatiquement est couramment appliquée pour le revêtement des camions et des véhicules commerciaux.

Cette technique n'est pas appliquée pour le revêtement des bateaux et des trains.

Aspects économiques : Les procédés chargés en interne coûtent en général entre 250 000 et 1 600 000 EUR en fonction de la taille et du degré d'automatisation.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Renault, France.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [68, ACEA, 2004] [128, TWG, 2005]

20.7.3.16 Disques à rotation rapide assistés électrostatiquement

Description : Les disques à rotation rapide assistés électrostatiquement atomisent mécaniquement le matériau de peinture, comme les cloches à rotation rapide décrites dans la Section 20.7.3.15.

Avantages pour l'environnement : En fonction de la pièce à traiter et des conditions de traitement, un rendement allant jusqu'à 95 % peut être obtenu. Par rapport au pistolage traditionnel, moins de

surpulvérisation est générée et les cabines de pulvérisation sont moins polluées, donc une quantité moins importante d'agents de nettoyage est nécessaire.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Des applications type sont la peinture de profilés et de cadres de bicyclettes. Ce procédé est adapté à presque tous les matériaux de peinture, y compris les peintures à base d'eau. Cette technique peut être utilisée avec des applications automatisées ou manuelles.

Du fait d'un débit de matière allant jusqu'à 1 500 ml/min et d'un rendement des matériaux de 95 %, le procédé est adapté à toutes les opérations de peinture industrielles.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Le temps de peinture est également réduit.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

20.7.3.17 Pistolage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement

Description : Pour le pistolage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement, l'atomisation de matériaux de peinture est similaire à celle du pistolage à air comprimé classique, sauf pour la technique sans air. Dans ce cas, l'atomisation est réalisée par l'intermédiaire de la pression hydrostatique du matériau. De plus, les particules de peinture sont chargées électrostatiquement, cependant, cela ne se produit pas lors de l'application de peintures à base d'eau. En fonction des conditions d'application, le débit de matière pour la technique à air comprimé va jusqu'à 1 000 ml/min. Pour les techniques sans air ou assistées par air, le débit de matière peut aller jusqu'à 3 000 ml/min.

Le pistolage assisté électrostatiquement des revêtements en poudre est abordé dans la Section 20.7.3.18.

Avantages pour l'environnement : Le rendement des matériaux est d'environ 85 %. Dans la peinture des meubles et du bois, des niveaux de rendement de l'ordre de 50 à 70 % sont possibles. Par rapport au pistolage traditionnel, moins de résidus sont générés et les cabines de pulvérisation sont moins polluées, donc une quantité moins importante d'agents de nettoyage est nécessaire. Le temps de peinture est également réduit.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : En fonction des équipements d'approvisionnement mis en place (uniquement une pompe ou une pompe pour chaque couleur), le temps nécessaire aux changements de couleur varie.

Des géométries complexes avec des creux peuvent être peintes par pistolage à air comprimé.

Applicabilité : Toutes les techniques électrostatiques peuvent être utilisées pour les matériaux traditionnels et les matériaux à base d'eau. Ces techniques peuvent être entièrement automatisées ou peuvent être appliquées manuellement. Dans la peinture des meubles et du bois, les techniques sans air et assistées par air sont principalement utilisées pour des consommations élevées de matières premières ou des débits de surface élevés, par exemple pour le revêtement automatisé de meubles (pièces à traiter avec des creux), le revêtement automatisé de cadres de fenêtres ou le revêtement manuel de grandes pièces à traiter.

Dans l'industrie automobile, les techniques à air comprimé ne sont utilisées que pour certaines applications manuelles ou avec des robots, par exemple pour le revêtement des habitacles.

Dans le revêtement des avions, les applications par pulvérisation assistée électrostatiquement sont courantes.

Dans le revêtement des trains, les systèmes de pistolage sans air peuvent être utilisés pour l'application des couches d'impression ; cependant, aucune information n'a été communiquée sur le pistolage assisté électrostatiquement des trains.

Dans le revêtement des pièces à traiter en plastique, les applications par pulvérisation assistée électrostatiquement sont courantes.

Cette technique n'est pas couramment appliquée pour le revêtement des bateaux, car en plein air les mouvements d'air sont trop importants et dans d'autres zones mal ventilées, il y a un risque d'explosion. Cependant, elle est utilisée sur certains chantiers navals aux Pays-Bas.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Voir Applicabilité ci-dessus.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005]

20.7.3.18 Application de revêtements en poudre – pistolage assisté électrostatiquement

Description : Les particules de poudre sont chargées électrostatiquement et pulvérisées sur la pièce à traiter poncée en utilisant de l'air comprimé.

Avantages pour l'environnement : Un rendement des matériaux de l'ordre de 80 à 95 % est obtenu.

Les cabines de pulvérisation et les outils d'application peuvent être nettoyés par nettoyage sous vide ou par soufflage d'air comprimé. De cette façon, des ressources sont économisées et les émissions de solvants sont évitées.

Effets croisés : L'air comprimé nécessite une utilisation d'énergie.

Données d'exploitation : La conductivité électrique doit être considérée.

Applicabilité : Généralement appliqué.

Cette technique est utilisée sur un petit nombre de chaînes de prélaquage en continu, mais elle présente des limites importantes en termes de vitesse et d'épaisseur du film, voir Section 14.4.3.3. Dans la peinture des meubles et du bois, elle est couramment appliquée lorsqu'un revêtement en poudre est utilisé.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.7.3.19 Application de revêtements en poudre – sintérisation en lit fluide

Description : Pour la sintérisation des revêtements en poudre, les pièces à traiter sont chauffées à des températures supérieures à la température de fusion du revêtement en poudre avant l'application du revêtement. Dès que la poudre entre en contact avec la surface, la sintérisation et la fusion ont lieu. Plusieurs techniques d'application de ce principe sont disponibles, comme le revêtement en lit fluidisé.

Avantages pour l'environnement : Haut rendement des matériaux utilisés.

Effets croisés : Consommation d'énergie accrue.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Généralement appliqué.

Une variante de cette technique est en cours de développement pour le prélaquage en continu, mais elle utilise un bloc solide de matériau de revêtement composé qui est « essuyé » contre une bande en métal préchauffée. Cette nouvelle technique n'est généralement pas applicable, voir Section 14.4.3.3.

Le substrat doit être résistant à la chaleur car les pièces à traiter doivent être chauffées. Cette température est dans certains cas trop élevée pour le bois car il y a un risque de tache et/ou de brûlure.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [146, CEI-BOIS, 2006]

20.7.4 Techniques de gestion de la surpulvérisation

20.7.4.1 Cabines de pulvérisation à séparation humide

Description : Il est possible d'intercepter la surpulvérisation dans une cabine de pulvérisation où les surfaces sont peintes avec des matériaux de peinture en appliquant un rideau d'eau. Le mélange d'eau et de peinture est capté et traité dans un réservoir situé sous la cabine de pulvérisation. Pour le traitement des eaux usées, voir Section 20.12. La Figure 20.2 présente un schéma de traitement des eaux usées appliqué dans une cabine de pulvérisation à séparation humide.

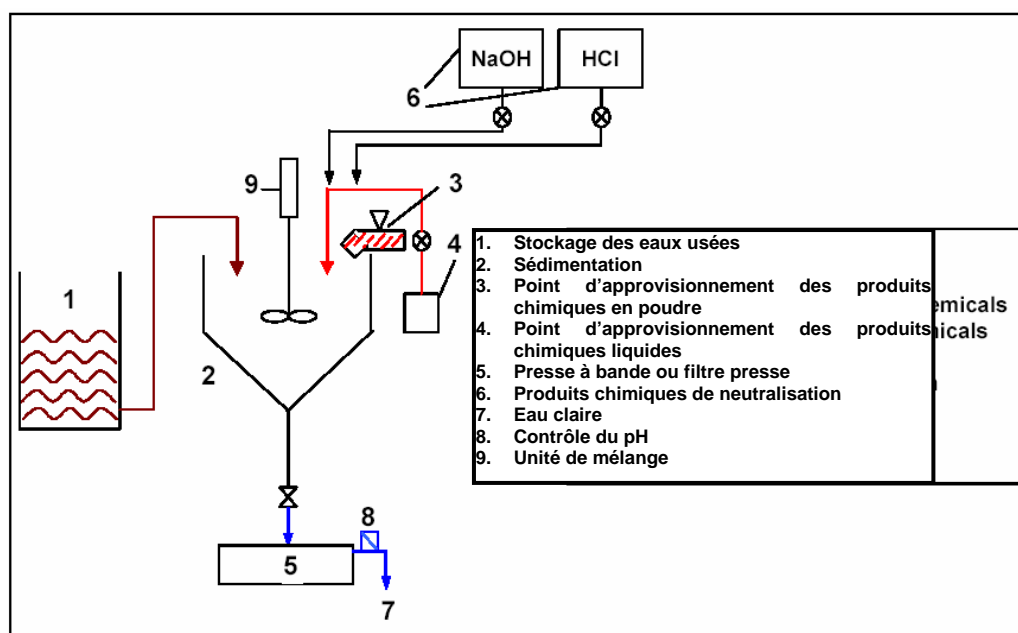


Figure 20.2 : Schéma de traitement des eaux usées appliqué dans une cabine de pulvérisation à séparation humide
[63, Vito, 2003] en référence à Kluthe Benelux BV

Avantages pour l'environnement : Élimination de la matière particulaire totale (MPT). On peut obtenir des rendements allant de 98 à 99 %. Parfois, la peinture peut être réutilisée.

Effets croisés : Génère des eaux usées résiduelles qui peuvent souvent être réutilisées et de la boue contaminée qui doit être éliminée.

Données d'exploitation : Les eaux usées sont normalement nettoyées en appliquant une floculation et une coagulation. L'eau passe dans des cascades ou circule grâce à une introduction d'air.

Applicabilité : Les cabines de pulvérisation à séparation humide sont applicables aux peintures à base d'eau et à base de solvants. Elles sont pratique courante dans :

- * la peinture du bois et des meubles
- * l'industrie automobile
- * le revêtement des composants d'avions
- * le revêtement des trains
- * le revêtement des camions et des véhicules commerciaux.

Aspects économiques : Les coûts estimés d'une installation disposant d'une capacité de rétention d'eaux usées de 2 à 5 m³/h pour un encombrement au sol d'environ 4 m² sont d'environ 20 000 EUR ou de 1 à 2 EUR par Nm³. Cette dimension d'installation convient aux grandes cabines de pulvérisation équipées de plusieurs rideaux d'eau.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [76, TWG, 2004]

20.7.4.2 Cabines de pulvérisation avec recyclage par condensation de la surpulvérisation

Description : La surpulvérisation dans un procédé de pulvérisation de peinture est en partie collectée par un écran en Téflon. La température de l'écran n'est que de quelques degrés Celsius et, par conséquent, une couche de condensation se forme sur l'écran. La peinture collectée sur l'écran s'écoulera vers le bas, du fait de la gravité, dans un réservoir ou sur une courroie. Cette peinture collectée est ensuite réutilisée.

Avantages pour l'environnement : En général, 33 à 50 % de la surpulvérisation peuvent être réutilisés.

Effets croisés : La consommation de solvants augmente dans le cas des peintures à base de solvants.

Données d'exploitation : Différentes conceptions sont disponibles et peuvent aussi être intégrées à une cabine ou à une chaîne de pulvérisation automatisée. Le nettoyage de l'écran après un changement de couleur prend environ cinq minutes.

Applicabilité : Ce procédé est applicable aux peintures à 1 composant, à base de solvants et à base d'eau. Il peut être utilisé dans des activités de pistelage automatisées et manuelles. Il est cependant moins adapté aux petites séries avec de nombreux changements de couleur et aux peintures ayant une courte stabilité au stockage.

Il est parfois utilisé pour la peinture du bois et des meubles, mais n'est pas largement utilisé du fait des nombreux changements de couleur nécessaires.

Aspects économiques : Les coûts énergétiques de refroidissement de l'écran s'élèvent à environ 1 000 EUR par an. Les économies proviennent d'une réduction des matières premières, car la peinture est réutilisée, et d'une quantité moins importante de résidus de peinture à éliminer.

Le système est économiquement viable pour des entreprises appliquant au moins 15 tonnes de peinture par an. Les périodes de recouvrement rapportées dans le cadre de six études de cas sont comprises entre 1,5 et 5 ans.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Six études de cas citées dans la première référence (voir Littérature de référence ci-dessous).

Littérature de référence : [63, Vito, 2003] [76, TWG, 2004]

20.7.4.3 Techniques d'émulsion à l'eau

Description : Des techniques d'émulsion de la surpulvérisation de peinture peuvent être mises en place pour éliminer l'utilisation d'eau de la cabine et les déchets de boue de peinture. L'excès de peinture est concentré en une émulsion et est retiré du site. Le matériau de peinture peut théoriquement être réutilisé, mais, dans la pratique, il ne l'est pas.

Avantages pour l'environnement : Ce procédé élimine l'utilisation d'eau de la cabine à 100 % et la production de boues résiduelles à plus de 95 %. On obtient une séparation des particules de plus de 99 % avec une teneur en particules restante $< 3 \text{ mg/m}^3$ dans l'air évacué.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Ce procédé peut s'appliquer aux cabines d'application de peintures à base d'eau ainsi qu'à celles à base de solvants à 1 composant. Il est utilisé dans certaines installations de l'industrie automobile.

Aspects économiques : Des économies de coûts peuvent être réalisées grâce à l'économie d'eau (l'émulsion à l'eau recircule dans la cabine) et à un nettoyage réduit. Les coûts d'installation sont en général de 1 million EUR.

Moteurs de la mise en œuvre : Nettoyage réduit.

Installations de référence : Ford, Allemagne.

Littérature de référence : [68, ACEA, 2004] [76, TWG, 2004]

20.7.4.4 Cabines de pulvérisation à plaque froide

Description : Des plaques froides sont utilisées pour recycler la surpulvérisation. Dans une cabine de pulvérisation, la surpulvérisation se pose sur un mur en métal refroidi, s'écoule dans un système de collecte et est renvoyée au procédé d'application.

Avantages pour l'environnement : En général, la majeure partie de la surpulvérisation peut être réutilisée. La consommation de matières premières diminue.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Cette technique est utilisée pour le recyclage des laques et des peintures à base d'eau.

Aspects économiques : Le prix de ces cabines de pulvérisation varie entre 25 000 et 60 000 EUR pour des débits d'air de 5 000 à 10 000 m^3/h .

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Airtech, Danemark.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004, 128, TWG, 2005]

20.7.5 Techniques de traitement de l'eau pour réduire les quantités d'eaux usées et de déchets et pour le traitement des eaux usées

L'objectif général des mesures décrites dans les sections suivantes est d'éviter les pertes de matières et les émissions dans l'eau, de réduire la consommation d'eau et, par conséquent, de réduire le besoin de traitement des eaux usées. Pour cela, plusieurs opérations élémentaires bien connues pour la séparation des phases et des matériaux sont appliquées. La majorité de ces techniques sont décrites en détail dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2005].

20.7.5.1 Rinçage multiple (en cascade)

Description : Les étapes de dégraissage, de phosphatation et d'électrodéposition du procédé sont suivies d'un rinçage pour éliminer le surplus de matériau adhérent au produit. Pour réduire au maximum la consommation d'eau, une cascade de rinçage à plusieurs réservoirs est utilisée. Le débit d'eau d'un réservoir à l'autre est contraire au sens du débit des matières. Les étapes successives de dilution améliorent le rinçage et réduisent la quantité d'eau nécessaire pour obtenir la dilution de contaminants requise à la surface. De plus amples informations et options de rinçage multiple sont données dans le BREF STM.

Les substances contenues dans la solution entraînée du premier réservoir peuvent réalimenter le bain du procédé. Cela peut être assisté par les techniques de concentration décrites dans la Section 20.4. Des techniques supplémentaires sont décrites dans le BREF STM.

Avantages pour l'environnement : Économies puisque les matériaux sont renvoyés dans le réservoir du procédé. Réduction significative de la consommation d'eau douce et de la production d'eaux usées.

Effets croisés : Peut entraîner des concentrations plus élevées de polluants dans les eaux usées.

Données d'exploitation : Nécessaire pour éviter des problèmes de qualité dans le procédé de peinture.

Applicabilité : Les arrangements en cascade sont couramment appliqués dans les procédés de prétraitement, par exemple dans l'industrie automobile, dans le prélaquage en continu (voir Section 14.4.1.2) et pour le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier.

Aspects économiques : Les coûts liés à l'eau douce et au traitement des eaux usées sont moindres.

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité, réduction des coûts et exigence légale dans certains EM.

Installations de référence : Couramment appliqué.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [59, EIPPCB, 2005] [76, TWG, 2004] [58, ECCA, 2004]

20.7.5.2 Utilisation d'échangeurs d'ions

Description : Un échangeur d'ions sert à la maintenance des bains et permet de réaliser des économies d'eau lors des étapes de phosphatation et de passivation ; voir Figure 20.3. Ici, l'échange d'ions peut être utilisé pour éliminer les ions métalliques, qui sont entraînés à partir du bassin de phosphate dans le premier bain de rinçage.

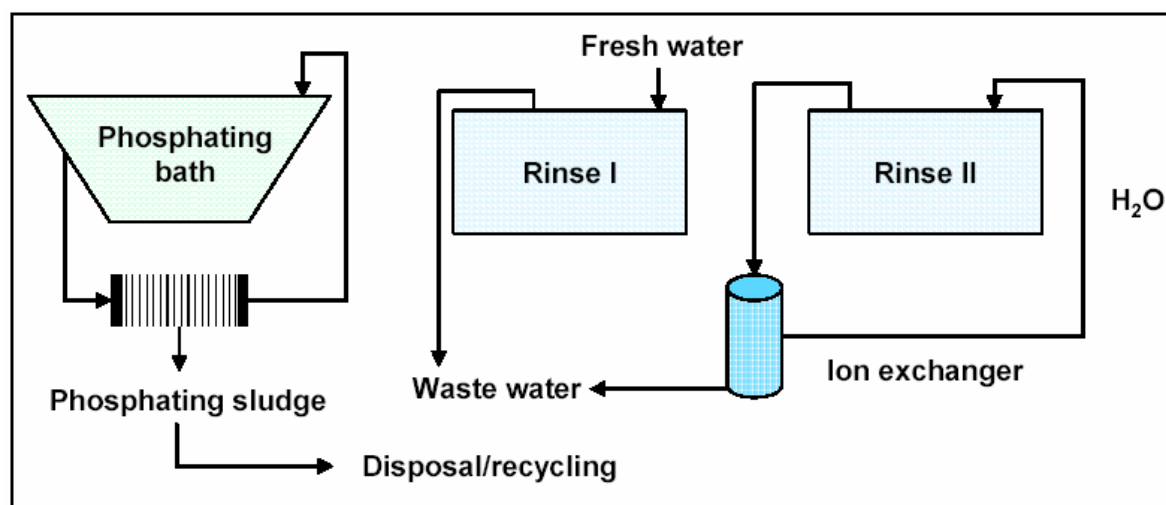


Figure 20.3 : Schéma d'une unité de phosphatation avec un échangeur d'ions [13, DFIU and IFARE, 2002]

Avantages pour l'environnement : Réduction de la consommation d'eau dans la cascade de rinçage. Quantités de déchets inférieures et plus concentrées.

Effets croisés : Consommation de matières premières et d'énergie pour la régénération de l'échangeur d'ions. Des déchets émanant de la régénération sont produits.

Données d'exploitation : Nécessite un effort accru de maintenance technique et entraîne probablement une moins bonne sécurité opérationnelle si le service n'est pas effectué par des experts, du fait d'une contamination par des germes. De plus, une abrasion mécanique permanente des particules peut se produire.

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée dans l'industrie automobile et pour le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier.

Aspects économiques : Des économies d'eau douce et de traitement des eaux usées.

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité des procédés de rinçage et de production, réduction des coûts et exigence légale dans certains EM.

Installations de référence : VW Wolfsburg, Allemagne.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002, 76, TWG, 2004]

20.7.5.3 Filtration sur membrane

Description : Plusieurs types de procédés de filtration sur membrane sont appliqués avec traitements aqueux, par exemple :

- * une régénération du bain de dégraissage en éliminant l'huile se fait par ultrafiltration
- * des agents de neutralisation libérés lors de l'électrodéposition se diffusent à travers des membranes d'échange d'anions intégrées et passent dans la solution de circulation de l'anolyte.
- * une ultrafiltration est utilisée pour séparer les matières sèches de la peinture d'électrodéposition entraînées dans l'eau de rinçage, qui réalimentent le bain d'immersion, voir rinçage multiple, Section 20.7.5.1.

De plus amples informations sur ces procédés sont données dans le BREF STM.

Avantages pour l'environnement : Rétention de matières premières. Réduction de la consommation d'eau. La quantité d'eaux usées est réduite et les contaminants sont plus concentrés.

Effets croisés : Production de déchets et débits d'eaux usées qui nécessitent un traitement.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Ces techniques sont couramment appliquées dans l'industrie automobile.

Aspects économiques : Les coûts liés à l'eau douce et au traitement des eaux usées sont moindres.

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité des procédés de rinçage et de production, réduction des coûts et exigence légale dans certains EM.

Installations de référence : Couramment appliqué.

Littérature de référence : [59, EIPPCB, 2005] [76, TWG, 2004]

20.7.5.4 Élimination des boues du bain

Description : Lors du pistolage et du dégraissage dans un bain des carrosseries de voitures en atelier, des particules s'introduisent dans le bain de nettoyage. Avec le temps, le fond du bain est recouvert de boues. Ces résidus sont éliminés manuellement après avoir temporairement pompé les fluides dans des réservoirs

de réserve (contre-réservoirs). La même procédure est effectuée périodiquement pour la boue de phosphate de fer qui est produite lors du procédé de phosphatisation.

Ces techniques de maintenance et d'autres sont décrites dans le BREF STM.

Avantages pour l'environnement : Conservation des matériaux du fait de l'allongement de la durée de vie utile des bains de prétraitement.

Effets croisés : Production de déchets.

Données d'exploitation : La fréquence d'élimination des boues est fortement dépendante des autres opérations de maintenance des bains. En général, les bains de dégraissage sont nettoyés tous les deux à six mois et les bains de phosphate mensuellement ou annuellement.

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée dans l'industrie automobile.

Aspects économiques : Des économies de préparation de solutions fraîches.

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité du prétraitement. Prolongation du cycle de vie du bain. Réduction de la consommation de matériaux. Économies de coûts grâce à une réduction des achats de matériaux et du traitement des eaux usées.

Installations de référence : Couramment appliqué.

Littérature de référence : [59, EIPPCB, 2005] [76, TWG, 2004]

20.7.5.5 Procédé de filtration de la solution

Description : Des particules sont continuellement éliminées des fluides du procédé par filtration. En général, des filtres à sable ou des filtres en tissu sont utilisés.

Ces techniques de maintenance et d'autres sont décrites dans le BREF STM.

Avantages pour l'environnement : Conservation des matériaux du fait de l'allongement de la durée de vie utile des bains de prétraitement. Réduction des retouches.

Effets croisés : Production de déchets (filtrats et filtres).

Données d'exploitation : Nécessaire pour éviter des problèmes de qualité dans le procédé de peinture.

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée dans l'industrie automobile.

Aspects économiques : Des économies de préparation de solutions fraîches et de retouche des produits rejetés.

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité.

Installations de référence : Couramment appliqué.

Littérature de référence : [59, EIPPCB, 2005] [76, TWG, 2004]

20.7.5.6 Déversement continu des résidus de peinture

Dans les cabines de pulvérisation à séparation humide, le cycle de service de l'eau peut être allongé d'une année par le déversement continu des résidus de peinture.
[13, DFIU and IFARE, 2002]

20.7.5.7 Systèmes de décantation

Les systèmes de décantation dans les cabines de pulvérisation à séparation humide rallongent le cycle de service de l'eau. Cette technique est couramment appliquée :

- * dans l'industrie automobile
- * pour le revêtement des camions et des véhicules commerciaux
- * pour le revêtement des trains.

[13, DFIU and IFARE, 2002]

20.7.5.8 Coagulation des matières sèches des peintures dans des nettoyeurs humides

Description : Lors de la pulvérisation de la peinture, des excès de projection (surpulvérisation) se produisent. Dans les installations de peinture industrielle ou les cabines de pulvérisation, ils sont captés par des laveurs humides. L'eau nécessaire au nettoyage de l'air résiduaire circule dans un système fermé. La surpulvérisation ou les résidus de peinture retenus doivent être éliminés de cette eau pour maintenir des conditions d'exploitation correctes.

En général, la surpulvérisation des peintures à base de solvants ne se disperse pas dans l'eau. Elle forme donc une couche coagulante flottante, qui est facile à enlever. Si des adsorbants sont utilisés pour éliminer le collant, la surpulvérisation est distribuée dans le nettoyage. Elle peut être retirée dans le flux secondaire ou dans le flux principal. La clarification de l'eau est réalisée par précipitation et/ou avec des agents de floculation.

Les peintures à base d'eau, au contraire, sont très largement constituées de composants qui formeront une suspension dans l'eau. On utilise les mêmes méthodes de séparation que pour les peintures à base de solvants.

Avantages pour l'environnement : Réduction de la consommation d'eau dans le système de circulation.

Effets croisés : Le coagulant doit être retiré du circuit d'eau et doit être éliminé.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Ces techniques sont couramment appliquées dans l'industrie automobile.

Aspects économiques : Les coûts liés à l'eau douce et au traitement des eaux usées sont moindres.

Moteurs de la mise en œuvre : L'opération d'un épurateur humide est nécessaire pour retirer les particules de peinture de l'air rejeté. Une coagulation continue est la meilleure méthode pour maintenir une longue durée de vie du cycle de l'eau.

Installations de référence : Couramment appliqué.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

20.8 Séchage et/ou durcissement

Le séchage est l'un des procédés consommant le plus d'énergie. Il est utilisé pour :

- * le séchage des peintures
- * le séchage des encres
- * le séchage des adhésifs
- * le séchage de l'eau et d'autres liquides retenus provenant du prétraitement ou des zones de rinçage
- * la gélification et la solidification des adhésifs ou des matériaux de protection du soubassement de carrosserie
- * le prétraitement des pièces à traiter (contre des surfaces froides ou de l'air piégé dans la finition de laque du bois).

20.8.1 Procédés d'évaporation

20.8.1.1 Séchage traditionnel par convection

Description : L'air chaud circule dans le sécheur ou dans le four pour transporter la chaleur jusqu'à la pièce à traiter. L'air est en contact direct avec l'objet ou la surface à sécher. Le temps de séchage dépend de l'objet ou du substrat, du type de revêtement et de l'épaisseur du revêtement, et varie de quelques secondes à une heure entière.

Pour le séchage des revêtements à base d'eau ou pour l'étape de pré-séchage des constructions de couche humide sur humide, de l'air déshumidifié est utilisé, avec des sécheurs par convection et une étape de déshumidification supplémentaire. Du fait de l'absorption d'eau, les temps de séchage peuvent être réduits de façon significative.

On utilise des séchoirs plans, des séchoirs à tuyères, des séchoirs à plateau ou des tours de séchage. La demande énergétique dépend fortement des pertes de chaleur du sécheur.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Le temps de séchage et la température de séchage affectent la qualité de surface. Il y a un risque d'inclusion de poussière dans la couche humide. Les temps de séchage sont plutôt longs et la demande énergétique est élevée. Cependant, un haut niveau d'automatisation est possible et il y a une forte flexibilité d'emploi de cette technique de séchage.

Du fait de la chaleur uniforme du séchage par convection, le risque de surchauffe est faible, même si de courtes immobilisations des convoyeurs se produisent.

Le séchage par circulation d'air peut être combiné à un durcissement par rayonnement infrarouge (réacteur thermique) pour réduire le temps de séchage et faire baisser la consommation d'énergie. Cette combinaison est utilisée dans la peinture du bois et des meubles, bien que ce ne soit apparemment pas une pratique courante dans l'UE-25.

Applicabilité : Dans les sécheurs utilisés pour les rotations rapides, les substrats continus comme les toiles de feuille en papier et en plastique ou les flux continus de petits objets comme les canettes de boissons, le temps de séchage se mesure en secondes et la longueur du sécheur en centimètres. Ce n'est pas la température, mais le débit d'air qui est le plus important. De l'énergie peut être économisée en faisant recirculer l'air, mais cela est limité par la nécessité d'éviter un incendie ou une explosion et d'éviter la présence d'odeurs dans le produit fini. Les sécheurs sont chauffés par flamme, vapeur, huile thermique ou électricité.

Applicable à tous les revêtements thermodurcissables ou aux matériaux d'impression, soit à base de solvants, soit sans solvants. Il n'y a aucune limite en termes d'épaisseur de couche ou de pigmentation. La géométrie du substrat traité n'est pas un problème ; cependant, il doit être résistant à la chaleur.

Les sécheurs par convection peuvent être utilisés pour sécher des couches de peintures à base d'eau, pour une étape de pré-séchage ou pour des constructions de couche humide sur humide. Ils sont couramment utilisés pour le revêtement des pare-chocs en plastique, les procédés de prélaquage en continu, la peinture du bois et des meubles, la fabrication de rubans adhésifs ainsi que dans l'industrie automobile.

Les sécheurs par convection sont couramment utilisés pour la fabrication d'abrasifs.

Aspects économiques : Les coûts de séchage représentent de 15 à 20 % des coûts énergétiques totaux de la chaîne de peinture dans l'industrie automobile.

Un sécheur par convection de 10 minutes utilisé dans l'industrie du revêtement du bois et des meubles avec une puissance électrique installée de 30 kW et un débit d'air de 1 500 m³/h coûtait 60 000 EUR en 2000. Commande électrique et unité de convoyage non incluses.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [12, UBA Germany, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.8.1.2 Séchage par convection sous atmosphère inerte

Description : Le gaz inerte est chauffé avec du gaz ou de la vapeur par des échangeurs de chaleur ou du fioul. En appliquant un gaz inerte au lieu d'air normal, des charges de solvants $> 1\,200\text{ g/m}^3$ d'azote sont possibles.

Avantages pour l'environnement : Le gaz inerte contient beaucoup plus de solvant que l'air normal. Pour un procédé de séchage sous atmosphère inerte, par exemple, un volume de gaz de $2\,000\text{ m}^3$ doit circuler pour une quantité de solvant de 400 kg/h . Le séchage à l'air nécessiterait un volume jusqu'à 10 fois supérieur pour atteindre 40 % de la valeur LIE.

De l'énergie est économisée et des systèmes de traitement des gaz résiduels peuvent être conçus pour des capacités inférieures comparées à l'utilisation d'air normal. L'inflammabilité est réduite.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Lorsque du gaz inerte est utilisé pour le séchage, la condensation peut être utilisée comme technique de récupération des solvants (voir Section 20.11.5).

Applicabilité : Applicable dans les installations et usines nouvelles et existantes. Cependant, une modernisation pourrait se révéler difficile.

Cette technique est couramment appliquée comme étape de pré-séchage dans la fabrication de rubans adhésifs.

Elle n'est pas applicable lorsque les sècheurs doivent être ouverts régulièrement. L'ouverture du sècheur nécessite une purge, c'est-à-dire un remplacement de l'air par du gaz inerte. Cela est coûteux et prend du temps. C'est la raison pour laquelle cette technique n'est pas utilisée dans les industries où des changements de tâches ont lieu quotidiennement, comme dans tous les procédés d'impression, par exemple des emballages souples.

Elle n'est pas appliquée dans la fabrication d'abrasifs, le prélaquage en continu, l'industrie automobile, ni pour le revêtement du bois et des meubles.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [14, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [146, CEI-BOIS, 2006]

20.8.1.3 Séchage par induction

Description : Des bobines électromagnétiques montées près du rouleau peint induisent des courants oscillateurs dans le métal qui peuvent être ajustés pour générer des vitesses de chauffage de centaines de degrés par seconde.

Avantages pour l'environnement : Le chauffage électrique est très contrôlable et efficace sans émissions locales.

Effets croisés : Utilisation d'électricité pour remplacer le gaz et translocation consécutive des émissions aux installations de génération.

Données d'exploitation : Pour les installations existantes, il est nécessaire de reconcevoir l'unité de traitement des gaz résiduels car les temps de chauffage sont beaucoup plus courts que ceux des sècheurs classiques.

Applicabilité : Cette technologie est utilisée de manière routinière pour les revenus et les recuits de métaux, mais elle convient également pour le durcissement rapide des peintures. Elle s'applique si le substrat ou l'objet à sécher est conducteur d'électricité. Elle pourrait être applicable en remplacement ou en complément des fours à gaz existants. La demande électrique potentiellement très élevée peut limiter l'applicabilité.

Dans l'impression d'emballages métalliques, elle est applicable à tous les revêtements ou matériaux d'impression thermofixés et aux substrats ferromagnétiques. Cependant, les formules de revêtements peuvent nécessiter un réglage de précision pour différentes vitesses de chauffage. On peut rencontrer certaines limites en matière d'épaisseurs de film de peinture atteignables avec de très grandes vitesses de chauffage.

L'induction est principalement utilisée dans des applications spéciales comme la consolidation des liaisons structurelles (adhésifs) dans l'industrie automobile. Elle est utilisée sur quelques chaînes de prélaquage en continu.

Comme elle requiert un substrat en métal, elle n'est pas utilisée en impression, pour la fabrication d'abrasifs, la fabrication de rubans adhésifs ou le revêtement du bois et des meubles. Elle n'est pas non plus appliquée dans l'industrie du fil de bobinage.

Aspects économiques : Économiquement viable uniquement pour les nouvelles installations ou lorsqu'un four doit être remplacé.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, ACEA DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004] [146, CEI-BOIS, 2006]

20.8.1.4 Séchage par rayonnement (micro-ondes et HF)

Description : Dans ce procédé, la couche de peinture humide est chauffée par des micro-ondes électromagnétiques. Les deux techniques disponibles sont le séchage par micro-ondes et le séchage par haute fréquence (HF). Du fait de l'impact de ces ondes électromagnétiques, les dipôles oscillent et l'énergie électromagnétique est convertie en énergie calorifique. De cette façon, l'eau contenue s'évapore rapidement et doit être extraite.

Les sècheurs HF sont constitués d'un générateur à haute fréquence, d'une unité de transmission, d'électrodes collectrices et de cabines de pré-séchage appropriées pour l'élimination de l'eau évaporée. Alternativement, la couche de peinture humide peut être chauffée par des micro-ondes électromagnétiques. L'évaporation et le séchage se produisent de l'intérieur de la couche de peinture vers l'extérieur. Le chauffage est homogène.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les sècheurs à ondes électromagnétiques sont exclusivement applicables aux revêtements et aux encres à base d'eau, ainsi qu'aux substrats non métalliques.

Les sècheurs HF sont couramment appliqués dans la fabrication d'abrasifs, mais ne sont pas appliqués dans la fabrication de rubans adhésifs ou dans l'industrie du fil de bobinage.

Le séchage par micro-ondes est appliqué pour le revêtement du bois, des pièces à traiter avant assemblage et des pièces de petites dimensions car les produits de grande taille nécessitent un grand four à micro-ondes et impliquent des coûts énergétiques plus élevés. Son utilisation dans la pratique est peu convaincante. Il n'est pas appliqué dans la fabrication des abrasifs ni dans celle des rubans adhésifs.

Aspects économiques : Un sécheur à micro-ondes de deux minutes appliqué dans l'industrie du revêtement du bois et des meubles avec une puissance électrique installée de 60 kW et un débit d'air de 1 500 m³/h coûtait 75 000 EUR en 2000. Commande électrique et unité de convoyage non incluses.

Un sécheur HF de deux minutes appliqué dans l'industrie du revêtement du bois et des meubles avec une puissance électrique installée de 120 kW et un débit d'air de 1 500 m³/h coûtait 150 000 EUR en 2000. Commande électrique et unité de convoyage non incluses.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [146, CEI-BOIS, 2006]

20.8.2 Procédés de durcissement par rayonnement

Description : Le durcissement par rayonnement se base sur des résines et des diluants réactifs (monomères) qui réagissent ensemble à l'exposition, par exemple, aux rayons ultraviolets (UV) ou aux faisceaux d'électrons (FE) de haute énergie. Les résines sont en général des polyesters, des polyuréthanes ou de l'époxy, avec une fonctionnalité acrylate ou méthacrylate, bien que d'autres compositions chimiques de revêtement puissent aussi être utilisées. Les formules sont liquides, mais sans solvants, et le durcissement peut être très rapide, juste de quelques secondes, généralement à températures ambiantes ou légèrement plus élevées.

Les Sections 20.8.2.1, 20.8.2.2, 20.8.2.3 et 20.8.2.4 décrivent en détail différents types de techniques de durcissement par rayonnement.

Avantages pour l'environnement : Élimination complète de l'utilisation de solvants dans le système de revêtement. Il n'y a normalement aucune émission significative lors du durcissement et les revêtements durcis ne contiennent plus de composants volatils. Le rendement énergétique est amélioré et la consommation de gaz est minimale car les fours haute température et l'incinération des rejets peuvent ne plus être nécessaires.

Effets croisés : Il peut y avoir certaines faibles émissions potentielles de COV car des monomères organiques réactifs sont utilisés dans les formules.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les revêtements durcis par rayonnement sont bien établis pour le revêtement du bois et dans les industries d'impression pour le revêtement de pièces plates et de feuilles, mais leur application n'a jusqu'à présent pas été un succès pour les revêtements du métal. Le prélaquage en continu impose de très grandes exigences sur le système de revêtement, en particulier en matière d'adhérence, de flexibilité et de durabilité. Des efforts considérables de développement de la part des opérateurs de prélaquage en continu et des fournisseurs de revêtement ont été entrepris pour satisfaire ces exigences, mais jusqu'à présent, il n'y a pas d'application complètement réussie de revêtements de prélaquage en continu durcis par rayonnement, voir Section 22.14.2.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Élimination des solvants et rendement énergétique.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004] [146, CEI-BOIS, 2006]

20.8.2.1 Durcissement par rayonnement infrarouge

Description : Pour le durcissement par rayonnement infrarouge, la pièce à traiter est chauffée par absorption de rayonnement infrarouge. Le procédé de séchage commence de l'intérieur de la surface. L'intensité du rayonnement infrarouge dépend de la plage de longueur d'onde et par conséquent de la

température du radiateur. L'absorption des rayons dépend du lissé de la surface, de sa couleur ou luminosité et de sa composition chimique.

Avantages pour l'environnement : Demande énergétique plus faible comparée à celle des sècheurs utilisant de l'air circulé.

Effets croisés : Du fait de la chaleur rayonnante émanant des sècheurs, les solvants s'évaporent comme dans les procédés de chauffage classiques.

Données d'exploitation : Il s'agit d'une technique de chauffage rapide (1 à 5 secondes dans le cas d'un milieu PIR ou de grande longueur d'onde, mais l'IR peut prendre plus longtemps) et lorsque la température du substrat lors du durcissement de peinture est faible, il ne nécessite que de courtes périodes de refroidissement. La composition du solvant doit être ajustée à l'énergie du rayonnement.

Il existe un risque de formation d'ombres sur les bords et dans les niches.

Différents radiateurs sont disponibles, selon la longueur d'onde utilisée. La trajectoire ou les installations contrôlées par programme sont appliquées en fonction des conditions de séchage et de la qualité de surface.

Applicabilité : Il n'y a aucune limite d'épaisseur de couche, sauf lorsque des temps de durcissement très rapides sont nécessaires (par exemple lorsque le substrat se déplace rapidement, comme dans le prélaquage en continu).

La géométrie du substrat traité ou imprimé ne pose pas de problème. Il doit cependant être résistant à la chaleur. Dans certains cas, la température peut être trop élevée pour le bois, lorsqu'il y a des risques de taches ou de brûlures.

Le durcissement infrarouge est utilisé sur un petit nombre de chaînes de prélaquage en continu. Dans des situations existantes de prélaquage en continu, il est nécessaire de reconcevoir l'unité de traitement des gaz résiduels car les temps de chauffage sont beaucoup plus courts que ceux des sècheurs classiques.

La technique est couramment appliquée dans l'industrie automobile pour le pré-séchage des revêtements de surface qui sont appliqués avec la technique humide sur humide. Elle est également de plus en plus utilisée dans la fabrication de rubans adhésifs.

Elle n'est pas appliquée dans la fabrication des abrasifs.

Dans l'industrie de l'impression, elle n'est plus utilisée du fait d'encre améliorées. Les inconvénients de l'utilisation du durcissement par rayonnement infrarouge étaient la chaleur produite dans la pile de feuilles imprimées et l'adhérence de contact (c'est-à-dire que l'image imprimée se reproduit d'elle-même sur le dos de la feuille du dessus).

Aspects économiques : Les coûts d'investissement sont relativement faibles ; cependant, le remplacement de sècheurs existants peut coûter cher. Dans l'industrie du prélaquage en continu, cette technique n'est économiquement viable que pour les nouvelles installations ou lorsqu'il est nécessaire de remplacer le four.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Opel Eisenach GmbH, Allemagne.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [146, CEI-BOIS, 2006]

20.8.2.2 Durcissement par rayonnement proche infrarouge (PIR)

Description : Les émetteurs PIR fonctionnent à températures très élevées, produisant un rayonnement infrarouge à longueur d'onde très courte et à densité calorifique très élevée. L'absorption d'une longueur d'onde spécifique par le revêtement et les courts temps de séjour peuvent réduire le chauffage du substrat.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Demandes élevées d'énergie électrique. Le PIR nécessite une alimentation électrique fiable de grande puissance.

Données d'exploitation : Pour le revêtement du bois, la technique PIR réalise les temps de séchage et de cycle les plus courts.

Applicabilité : Du fait de temps de séchage très courts (1 à 5 secondes), cette technique convient très bien aux matériaux sensibles à la chaleur comme le bois ou le plastique. Les revêtements en poudre sont couramment durcis en appliquant le durcissement PIR, tout comme les peintures à base d'eau sur du bois.

Le durcissement PIR commence à être utilisé dans le prélaquage en continu pour le durcissement rapide des revêtements fins et pour les revêtements en poudre. Son extension aux chaînes de traitement générales dépendra des tests de certification supplémentaires.

Il n'est pas appliqué dans la fabrication d'abrasifs, la fabrication de rubans adhésifs, l'industrie du fil de bobinage, ni dans l'industrie automobile.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Fours plus petits, plus compacts, vitesse élevée, puissance contrôlable.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.8.2.3 Durcissement par rayonnement ultraviolet (UV)

Description : La décharge électrique dans le gaz sert de radiateur pour le durcissement UV. Les lampes à vapeur de mercure sont utilisées plus couramment à cette fin. Le rayonnement amorce une réticulation chimique dans la couche de peinture ou d'encre. Le durcissement UV nécessite la présence d'un photoinitiateur.

Avantages pour l'environnement : La consommation d'énergie est faible. Les systèmes durcis aux UV utilisent moins de solvants, voire aucun.

Effets croisés : Des émissions d'ozone se produisent et l'ozone est couramment extrait et conduit vers un éliminateur d'ozone avec catalyseurs ou vers un oxydant thermique. Des lampes à vapeur de mercure sont utilisées, elles contiennent de petites quantités de mercure et peuvent être éliminées dans des stations d'épuration adaptées.

Données d'exploitation : Les substrats en plastique ou en bois peuvent présenter un aspect jaunâtre et devenir cassants. Cette technique requiert peu d'espace au sol et le durcissement se produit en quelques secondes (vitesse élevée).

Applicabilité : Applicable aux installations nouvelles et existantes.

Applicable aux polyesters non saturés, aux polyacrylates, aux résines époxy, etc. Particulièrement applicable aux couches transparentes et aux glaciés jusqu'à des épaisseurs de couche importantes. Pour les revêtements pigmentés, le durcissement UV n'est applicable qu'aux petites épaisseurs de couches. Les encres à durcissement UV sont séchées par durcissement UV.

Les substrats revêtus ou imprimés doivent être résistants au durcissement UV et de préférence plats ou bidimensionnels. Le durcissement de pièces en plastique ou en bois à trois dimensions revêtues de poudre est plus compliqué, cependant des systèmes de séchage fonctionnant bien sont disponibles.

Le rayonnement UV est largement appliqué aux substrats de papier et de carton. Par exemple, il est appliqué pour le séchage des meubles peints, où les panneaux plats peuvent être revêtus séparément et le revêtement est réalisé avant le montage de la pièce du meuble. Il est également de plus en plus appliqué dans la production de rubans adhésifs.

Cette technique est actuellement en cours d'évaluation pour le prélaquage en continu (voir aussi la Section 22.14.2).

Elle n'est pas appliquée dans la fabrication des abrasifs, ni dans l'industrie automobile.

Aspects économiques : Par rapport aux sècheurs classiques, les coûts énergétiques peuvent être réduits jusqu'à 70 %. Par rapport aux fours à gaz traditionnels (y compris les ventilateurs) pour peintures à base d'eau, les coûts énergétiques sont réduits de 40 à 50 %. Dans l'impression, la consommation d'énergie peut être aussi élevée qu'avec le séchage classique. L'utilisation d'énergie est réduite de 50 % en utilisant des systèmes à durcissement rapide, où la lampe ne fonctionne que quand le substrat est sous la lampe. Cela présente des avantages économiques, par exemple dans le cas d'une impression sur un support autre qu'une bobine.

Des vitesses de tirage 3 à 4 fois plus rapides sont obtenues avec des systèmes durcis aux UV.

Une installation de durcissement par rayonnement ultraviolet couramment utilisée, d'une largeur de 25 cm, coûte environ 6 600 EUR (ce type d'installation ne sera probablement utilisé que pour l'impression d'étiquettes qui, en tant qu'activité indépendante, ne fait pas partie du domaine d'application de ce document). La tendance montre une baisse des prix. Les coûts d'exploitation d'une unité de 12 lampes de 5,6 kW chacune étaient d'environ 5 EUR/h d'énergie (Flanders, 2003). Cependant, une installation de durcissement UV de 25 cm n'est généralement pas représentative des autres procédés d'impression.

Par exemple, une installation d'application de peinture UV compacte (un homme) incluant une cabine de durcissement UV utilisée dans l'industrie du revêtement du bois et des meubles coûtait environ 40 000 EUR en 2000.

Il y a des avantages financiers découlant des temps de durcissement/séchage plus rapides et des vitesses de production plus élevées obtenues.

La période de recouvrement estimée est de deux à trois ans. Ce chiffre tient également compte du fait que, pour l'application de systèmes de peintures à durcissement UV, moins d'heures de main d'œuvre sont nécessaires.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.8.2.4 Durcissement par faisceau d'électrons (FE)

Description : Le durcissement FE est initialisé par un faisceau d'électrons émis par un tube cathodique chaud. La polymérisation et donc la solidification de la peinture sont causées par l'impact des électrons sur les monomères. Un haut niveau d'automatisation est possible. Les électrons sont accélérés à grande vitesse pénétrant la substance de revêtement et le durcissant en un temps très court.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Le rayonnement fait prendre un risque aux employés. Les employés doivent être protégés du faisceau d'électrons par des plaques de plomb ou des murs en béton.

Données d'exploitation : Il y a un risque que le substrat devienne cassant et un risque de décoloration.

Très peu d'espace au sol est nécessaire.

Applicabilité : Applicable aux polyesters non saturés, aux polyacrylates, aux polyuréthanes, aux résines époxy, etc. Il n'y a aucune limite en termes d'épaisseur de couche ou de pigmentation.

Toutes les géométries conviennent pour les substrats transparents soumis au rayonnement FE (en particulier le papier, le bois ou l'aluminium) ; pour les métaux, le FE est limité aux substrats plats. Du fait

de coûts d'investissement élevés, cette technique n'est actuellement appliquée qu'à des débits de surface élevés.

Le durcissement FE est de plus en plus appliqué dans la production de rubans adhésifs.

Dans l'industrie du prélaquage en continu, le FE peut être considéré comme une technique émergente.

Il n'est pas appliqué dans la fabrication des abrasifs, le prélaquage en continu, ni dans l'industrie automobile.

Aspects économiques : Le durcissement FE présente des coûts d'investissement supérieurs à ceux des sècheurs traditionnels. Cependant, la consommation d'énergie peut être nettement inférieure.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.8.3 Réacteur thermique (séchage combiné par convection/par rayonnement)

Description : Un réacteur thermique est un radiateur qui émet des rayonnements infrarouges ainsi qu'une chaleur par convection. Le rayonnement infrarouge est généré par combustion de gaz naturel ou de propane.

Avantages pour l'environnement : Demande énergétique plus faible comparée à celle des sècheurs utilisant de l'air recirculé.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : En fonction du système de peinture et du type de production, le temps de séchage total varie de 6 à 10 minutes.

Applicabilité : Applicable à tous les revêtements ou matériaux d'impression thermodurcissables, soit à base de solvants, soit sans solvants, et aux revêtements en poudre. Les réacteurs thermiques conviennent également aux systèmes de peinture à base d'eau.

La géométrie du substrat traité ou imprimé ne pose pas de problème ; cependant, le substrat doit être résistant à la chaleur.

Bien que certains coûts soient présentés ci-dessous, la technique n'est pas connue pour être appliquée commercialement dans le revêtement du bois. Il y a un risque de taches et de brûlures du bois si la température est trop élevée.

N'est pas appliqué dans la fabrication d'abrasifs, la fabrication de rubans adhésifs, le prélaquage en continu et l'industrie automobile.

Aspects économiques : Un réacteur thermique avec un temps de séchage de six minutes appliqué dans l'industrie du revêtement du bois et des meubles, avec une puissance électrique installée de 10 kW, un débit d'air de 2 000 m³/h chauffé au gaz naturel, coûtait 95 000 EUR en 2000. Commande électrique et unité de convoyage non incluses.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [146, CEI-BOIS, 2006]

20.9 Techniques de nettoyage

[148, TWG, 2006, 154, Tempany, 2006, 160, ESVOCCG, 2006]

20.9.1 Principes généraux concernant le nettoyage

Description : Lors de la sélection des techniques de nettoyage à utiliser, les points suivants doivent être considérés.

28. Type de nettoyage :

* nettoyage de l'équipement d'exploitation. Dans toutes les activités, l'équipement d'exploitation sera nettoyé. Deux types de nettoyage sont possibles :

- le nettoyage opérationnel ou intermédiaire. Le nettoyage du système d'application est nécessaire à intervalles réguliers, par exemple :
 - lors des changements de couleur et pour des raisons de qualité, par exemple pour la peinture par pistolet des voitures, après cinq ou dix voitures et à chaque changement de couleur
 - le nettoyage des cabines de pulvérisation est nécessaire à intervalles réguliers
 - entre les tâches d'impression
 - le nettoyage de maintenance, périodique ou en profondeur. Il est nécessaire de nettoyer périodiquement et minutieusement l'équipement d'application pour retirer les résidus accumulés et nettoyer les pièces de l'équipement qui sont plus difficiles à nettoyer rapidement. Cela nécessite habituellement de démonter certaines pièces.

Le type de technique utilisé sera différent si les équipements sont nettoyés *in situ* ou s'ils sont complètement ou partiellement démontés.

* nettoyage des substrats ou des pièces de fabrication. Pour certaines activités, comme la peinture et le vernissage, le nettoyage des substrats ou des pièces de fabrication pour enlever la graisse, la saleté, etc. est essentiel avant que le revêtement ne soit appliqué. Pour d'autres activités, comme l'impression, cela n'est pas nécessaire.

29. Type de contamination :

* pour l'équipement d'exploitation :

- contamination non persistante. La contamination est fraîche, c'est-à-dire qu'elle n'est pas sèche, une partie du solvant d'origine est encore présente ou la réaction de revêtement n'est pas terminée. Ce type de contamination est aisé à retirer, par exemple manuellement (voir Section 20.9.3), en utilisant le solvant d'origine ou un solvant similaire à celui utilisé pour le revêtement, avec des solvants à faible volatilité (selon le besoin de séchage des composants, voir Sections 20.10.1.1 à 20.10.1.4), dans des machines de nettoyage (voir Section 20.9.10), etc.
- contamination persistante. Elle peut résulter de produits à base de solvants séchés, de produits durcis aux UV ou à d'autres rayonnements, de produits aqueux ou réactifs (à 2 composants), etc. Le nettoyage manuel avec des solvants volatils n'est pas efficace. Les pièces peuvent être nettoyées, par exemple :
 - dans une machine de nettoyage (plusieurs fois si nécessaire) (voir Section 20.9.10)
 - avec des solvants puissants à faible volatilité (voir Section 20.9.6)
 - avec de l'eau sous haute pression après avoir utilisé des solvants puissants, ou en ajoutant un abrasif (voir Section 20.9.12)
 - par ultrasons (voir Section 20.9.13)
 - par décapage à la neige carbonique (voir Section 20.9.14)

* pour les substrats et les pièces de fabrication, la contamination dépend des procédés précédents et peut inclure de la corrosion engendrée par le stockage, les huiles de démoulage, la saleté et les débris provenant du découpage, du façonnage et du polissage, les traces de doigts liées à la manipulation, etc. Ces éléments ainsi que les options de nettoyage sont présentés dans le BREF STM. Dans ce secteur, les pièces sont généralement nettoyées à la main avec des chiffons ou des torchons (voir Section 20.9.9) ou dans des systèmes de détergents aqueux pour les débits importants (voir Section 20.9.8). Il est possible d'utiliser des solvants dans des machines de nettoyage pour les composants plus petits (voir Section 20.9.10). Des techniques par ultrasons ou à neige carbonique peuvent aussi être employées (voir Sections 20.9.12 et 20.9.14).

30. Choix de la technique et/ou du solvant. La technique et/ou le solvant utilisés devraient :

- * permettre d'atteindre le niveau de propreté requis dans le procédé
- * être compatibles avec les pièces nettoyées (qu'il s'agisse de substrats, de pièces de fabrication ou de pièces de l'équipement)
- * être compatibles avec le procédé et les traitements de surface. Par exemple, pour l'impression d'emballages souples, le système doit être dépourvu de toutes traces de solvant non séché avant d'ajouter de nouvelles encres. Dans d'autres activités, les systèmes de nettoyage peuvent être compatibles avec le procédé et le séchage peut ne pas être nécessaire.
- * réduire les émissions de solvants et/ou réduire la formation d'ozone troposphérique (voir Section 20.10.2)
- * prendre en compte le temps disponible. Dans certains cas, le temps disponible pour le nettoyage est limité ; dans d'autres cas, il est possible d'utiliser des systèmes de nettoyage qui nécessitent plus de temps.

Dans certains procédés, le démontage de l'équipement et un nettoyage manuel sont inévitables pour le nettoyage de maintenance.

Pour le nettoyage opérationnel, il est possible d'utiliser des systèmes automatisés.

Il y a des recoupements entre les techniques présentées dans cette section et celles qui sont présentées dans la Section 20.10 (Substitution). Les facteurs présentés ici sont résumés dans le Tableau 20.6, avec les techniques possibles décrites dans les deux sections. Les techniques peuvent aussi être combinées et/ou répétées pour parvenir au niveau de propreté requis.

Techniques de nettoyage		Équipement d'exploitation		Substrats ou pièces de fabrication
Section	Technique	Contamination non persistante	Contamination persistante	
20.9.2	Réduction maximale du nettoyage	Oui	Oui	Oui
20.9.3	Préparation avant le nettoyage aux solvants ou d'autres types de nettoyage	Oui		
20.9.4	Nettoyage avec des solvants traditionnels	Oui	Oui	
20.9.5	Nettoyage avec des solvants à vitesse d'évaporation plus lente	Oui		
20.9.6	Nettoyage avec des solvants puissants		Oui	
20.9.7	Nettoyage avec des solvants à plus faible potentiel de formation d'ozone (PFO)	Oui	Oui	Oui
20.9.8	Nettoyage aqueux	Oui	Oui	Oui
20.9.9	Nettoyage manuel	Oui		Oui
20.9.10	Machines de nettoyage utilisant des solvants	Oui	Oui	
20.9.11	Nettoyage avec récupération de solvant	Oui		
20.9.12	Nettoyage par pulvérisation d'eau sous haute pression		Oui	
20.9.13	Nettoyage par ultrasons		Oui	Oui
20.9.14	Nettoyage à la neige carbonique (CO ₂)		Oui	Oui

Tableau 20.6 : Exemples d'applicabilité des techniques et options de nettoyage

Avantages pour l'environnement : La sélection du bon système de nettoyage peut réduire les émissions de solvants et/ou la formation d'ozone troposphérique.

Effets croisés : La modification des techniques traditionnelles peut entraîner une consommation d'énergie plus élevée, de plus grands volumes d'eaux usées à traiter ou une production de déchets plus importante.

Données d'exploitation : Voir Description ci-dessus, et les techniques individuelles décrites dans les Sections 20.9.2 à 20.9.12. D'autres techniques utilisées spécifiquement dans certaines industries sont aussi présentées dans les sections spécifiques de chaque industrie.

Applicabilité : Voir Description ci-dessus, les techniques individuelles décrites dans les Sections 20.9.2 à 20.9.12 et les techniques de la Section 20.10. L'applicabilité des techniques de nettoyage dans certaines industries est aussi présentée dans les sections spécifiques de chaque industrie.

Aspects économiques : En fonction du site et de la technique.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail. Qualité et exigences du client.

Installations de référence : Le nettoyage est réalisé dans toutes les installations.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999, 154, Tempany, 2006]

20.9.2 Réduction maximale du nettoyage

Description : Les techniques suivantes contribuent toutes à la réduction du nettoyage :

- * pratiques de travail propres
- * contrôle des fuites et des déversements (voir Section 20.2.1)
 - o inspection régulière des zones de travail et de stockage
 - o plans d'écoulement pour gérer rapidement les déversements de toutes tailles
 - o maintenance rapide, par exemple arrêt des fuites de matière
- * prévention de la corrosion et des souillures lors du stockage et de la manipulation des matériaux comme les pièces de fabrication métalliques (présentée avec les traitements aqueux dans le BREF STM).

Avantages pour l'environnement : Réduit au maximum la quantité de produits de nettoyage utilisés, en particulier les solvants.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Toutes les installations.

Aspects économiques : Faible coût.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité : en réduisant l'exposition inutile aux matières premières et aux produits de nettoyage, ainsi que les risques de glissement.

Installations de référence : Largement utilisé.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [63, Vito, 2003]

20.9.3 Préparation avant le nettoyage aux solvants ou d'autres types de nettoyage

Description : Retirer autant de produit de revêtement, de peinture et d'encre que possible des équipements dans leurs formes concentrées permet de réduire la quantité de matières à retirer au moyen de solvants et/ou d'eau. Des techniques d'économie de matières premières peuvent être utilisées, comme décrit dans la Section 20.6.3.

Avantages pour l'environnement : Réduit l'utilisation de solvants, de produits de nettoyage et d'eau qui pourraient nécessiter un prétraitement avant rejet. Peut permettre d'économiser des matières premières.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Peut accroître le temps d'immobilisation. Peut favoriser le contact du personnel avec des matériaux dangereux.

Applicabilité : La santé et la sécurité sur le lieu de travail peuvent limiter l'application de cette technique.

Aspects économiques : Coût faible, mais peut accroître le temps d'immobilisation.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Ouvrages de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003]

20.9.4 Nettoyage avec des solvants traditionnels

Description : Le nettoyage avec des solvants peut être réalisé à température ambiante ou après chauffage.

Le nettoyage à température ambiante peut se faire manuellement (avec un chiffon, une brosse, un pulvérisateur ou une « fontaine ») avec des solvants à toxicité réduite, dans des bassins ouverts ou des systèmes clos.

Le nettoyage avec des solvants chauds nécessite des réservoirs fermés ou semi-fermés (voir par exemple les Sections 20.9.7 et 20.9.8). Le risque d'inflammabilité doit être contrôlé de manière adéquate en travaillant bien en dessous du point d'éclair ou dans des atmosphères inertes.

Avantages pour l'environnement : Aucun.

Effets croisés : Consommation de solvants, émissions de COV et de déchets de solvant/peinture.

Données d'exploitation : Les procédés de nettoyage avec des solvants organiques représentent environ 20 % des émissions totales de COV des ateliers de peinture. 80 % des émissions de solvants des procédés de nettoyage peuvent être réduites en utilisant des systèmes clos pour le nettoyage des pistolets et des applicateurs. Les systèmes coûtent entre 150 et 3 000 EUR.

Dans certains cas, les solvants peuvent être remplacés par des détergents aqueux (voir Section 20.9.8).

Applicabilité : Les procédés de nettoyage sont nécessaires dans chaque atelier de peinture.

Aspects économiques : Voir Données d'exploitation ci-dessus.

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité, exigences du client.

Installations de référence : Largement utilisé.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004].

20.9.5 Nettoyage avec des solvants à vitesse d'évaporation plus lente

Voir la présentation détaillée dans les Sections 20.10.1.1 à 20.10.1.4, où un point d'éclair plus élevé est utilisé comme substitut à une vitesse d'évaporation plus lente (ces données peuvent ne pas être aisément disponibles).

20.9.6 Nettoyage avec des solvants puissants

Voir la présentation détaillée dans la Section 20.10.3. Des solvants puissants avec une vitesse d'évaporation plus lente peuvent être utilisés pour éliminer une contamination persistante.

20.9.7 Nettoyage avec des solvants à plus faible potentiel de formation d'ozone

Voir la présentation détaillée dans la Section 20.10.2. Un impact essentiel des émissions de solvants (la formation d'ozone troposphérique) peut être réduit en utilisant des solvants ayant un potentiel de

formation d'ozone plus faible. Les solvants de nettoyage constituent une option pour l'utilisation de cette technique, dans les cas où normalement des solvants individuels ou de simples mélanges sont utilisés, bien que cela puisse ne pas être pertinent lorsque les vapeurs de solvant sont envoyées dans un système de réduction.

20.9.8 Nettoyage aqueux

Description : Les composants et les sous-ensembles peuvent être nettoyés dans des cuves en utilisant des techniques de nettoyage ou de dégraissage aqueux basées sur des systèmes détergents. Ces systèmes sont aussi utilisés pour nettoyer les substrats ou les pièces de fabrication pour les techniques de traitement aqueux, voir par exemple la Section 20.7.1.1. Il existe plusieurs types de systèmes chimiques, combinant des détergents et des bases ainsi que d'autres substances, en fonction des substrats et des matériaux à éliminer. Ceux-ci, ainsi que leurs options de maintenance, sont présentés dans le BREF STM.

Avantages pour l'environnement : Pas d'émissions de solvant.

Effets croisés : Peut nécessiter un chauffage supplémentaire. Susceptible de nécessiter un traitement ultérieur des eaux usées.

Données d'exploitation : Le nettoyage des composants peut prendre plus de temps que les techniques à base de solvants.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Voir Section 20.10, Moteurs de la mise en œuvre.

Installations de référence : Largement utilisé comme prétraitement pour les traitements de surface à base d'eau.

Littérature de référence : [59, EIPPCB, 2005]

20.9.9 Nettoyage manuel

Description : Les pièces sont nettoyées en utilisant des solvants ou des systèmes de détergents aqueux. Un ponçage, raclage ou décapage physique est réalisé à l'aide de brosses, de chiffons, de tampons abrasifs, d'outils manuels, etc. en fonction de la persistance de la contamination. Le solvant est appliqué au chiffon ou à la brosse à partir d'une petite alimentation (par exemple un bidon), d'un robinet ou d'un pulvérisateur (fontaine) ou dans des bassins ouverts. Des chiffons pré-imprégnés de solvants peuvent être utilisés (voir par exemple Sections 14.4.4.2, 16.2.1 et 20.2.2.1).

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Pour les solvants traditionnels, voir Section 20.9.3.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Un nettoyage manuel est quasiment inévitable, bien que la santé et la sécurité sur le lieu de travail en limitent l'utilisation.

Les émissions de solvants peuvent être contrôlées :

- * en limitant la quantité de solvant (par exemple en mesurant et en limitant la quantité à utiliser dans un bidon, en utilisant des chiffons pré-imprégnés, etc.)
- * en utilisant des solvants volatils appliqués à la main, et en permettant au solvant utilisé de s'écouler directement dans un récipient clos. Aucune surface de solvant liquide à l'air libre ne devrait être exposée dans le poste de travail à proximité de l'objet à nettoyer. Cela réduit également l'exposition professionnelle. Un équipement est disponible, il est composé d'un cylindre clos contenant des solvants qui peuvent être pompés lorsque cela est nécessaire via un robinet ou qui peuvent être pulvérisés sur l'objet à nettoyer dans une zone de travail partiellement close au-dessus du cylindre. Le surplus de solvant

revient (en passant par des filtres dégrossisseurs) dans le cylindre. Le solvant est pompé à partir de la surface du solvant, laissant la contamination se déposer. Le solvant peut être recyclé lorsqu'il n'est plus utilisable

* en utilisant des solvants à faible toxicité qui ont un point d'éclair élevé, un point d'ébullition élevé ou un faible potentiel de formation d'ozone (voir Section 20.10.2).

Aspects économiques : Faible coût.

Moteurs de la mise en œuvre : Lorsque les méthodes automatiques ne permettent pas un nettoyage suffisant ou qu'elles pourraient endommager les pièces à nettoyer.

Installations de référence : Largement utilisé.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [160, ESVOCCG, 2006]

20.9.10 Machines de nettoyage utilisant des solvants

Description : Il s'agit de machines fermées qui sont chargées de composants sur une base discontinue. Les composants peuvent soit être des pièces de fabrication à revêtir, soit des pièces de machines du procédé à nettoyer durant la maintenance. La machine contient des solvants qui sont utilisés pour nettoyer les pièces par (i) immersion, (ii) pulvérisation ou (iii) une phase vapeur de solvant à ébullition faible qui se condense sur les composants, déposant ainsi toujours un solvant propre sur les composants à nettoyer. Les solvants sont confinés et récupérés pour être réutilisés. Le solvant est généralement chauffé.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvant sont réduites de manière significative par rapport au nettoyage non confiné.

Effets croisés : Le récipient de la machine contenant les pièces nécessite de ventiler les vapeurs de solvant avant de pouvoir en retirer le contenu. Les vapeurs ventilées sont parfois relâchées dans l'air.

De l'énergie est utilisée pour le pompage du solvant. Du charbon actif est utilisé si des cylindres d'absorption sont utilisés, et le charbon nécessite d'être régénéré ou d'être rejeté comme déchet.

Données d'exploitation : Les émissions de vapeurs de solvant provenant de la ventilation peuvent être considérablement réduites en ventilant vers un système de traitement des gaz résiduels dans l'installation (voir par exemple la Section 2.4.2.6.3) ou vers une absorption dans des cylindres dédiés contenant du charbon actif.

Applicabilité : Voir Description, ci-dessus.

Quelques cas de dépôts difficiles ou de contamination persistante nécessitent une élimination avec des solvants halogénés. Ces solvants peuvent être utilisés dans des systèmes totalement fermés avec traitement des solvants ventilés.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail. Noter que la DES définit des VLE spécifiques pour certains solvants halogénés.

Installations de référence : Largement utilisé dans de nombreuses industries.

Littérature de référence : [160, ESVOCCG, 2006]

20.9.11 Nettoyage avec récupération de solvant

Description : Le solvant de purge est utilisé pour nettoyer les pistolets/applicateurs et les lignes entre les changements de couleur afin d'empêcher une contamination croisée. Le solvant de nettoyage est utilisé pour nettoyer les équipements et les cabines de pulvérisation. Les solvants de purge et de nettoyage peuvent être collectés, stockés et réutilisés comme charge de solvant ou être détruits. Certains ateliers de peinture modernes sont équipés d'une installation de récupération des agents de nettoyage utilisés.

Avantages pour l'environnement : 80 à 90 % des solvants de nettoyage et de purge peuvent être récupérés pour être réutilisés.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Des problèmes ont été rapportés concernant les matériaux de couche transparente à 2 composants, qui conduisent fréquemment à un engorgement de la tuyauterie du réservoir de récupération.

Applicabilité : Ce système peut être appliqué à des procédés d'application de peinture à base de solvants et à toute opération où des solvants sont utilisés pour nettoyer des cabines de pulvérisation. Le solvant collecté peut être traité pour réutilisation dans le procédé ou alternativement être transporté hors du site et traité pour une réutilisation par l'exploitant d'origine ou une tierce partie.

Aspects économiques : Dans l'industrie automobile, un système de récupération de solvant classique coûtait 0,4 million EUR par cabine de pulvérisation à installer en 2004.

Moteurs de la mise en œuvre : Recyclage de solvant et réduction des émissions de COV.

Installations de référence : Pratique standard dans l'industrie automobile.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

20.9.12 Nettoyage par pulvérisation d'eau sous haute pression

Description : Le nettoyage des pièces d'une machine et des lames d'encrier (dans l'imprimerie) est réalisé au moyen d'une pulvérisation d'eau sous haute pression et de bicarbonate de soude ou de systèmes de nettoyage similaires plutôt que d'utiliser un solvant organique.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de solvant.

Effets croisés : Consommation d'eau accrue et production d'une plus grande quantité d'eaux usées.

Données d'exploitation : Couramment appliqué.

Applicabilité : Cette technique est utilisée pour le nettoyage en profondeur des cylindres et des rouleaux anilox utilisés dans l'emballage souple. Du bicarbonate de soude est ajouté à l'eau sous haute pression.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999, 76, TWG, 2004]

20.9.13 Nettoyage par ultrasons

Description : Un système de nettoyage par ultrasons génère des vibrations à haute fréquence via un liquide (généralement des détergents aqueux), environ 20 000 à 100 000 cycles par seconde. Les vibrations créent des bulles microscopiques dans le liquide qui éclatent contre les objets immergés, créant une action nettoyante.

Avantages pour l'environnement : Aucun agent nettoyant à base de solvants n'est utilisé et les émissions de COV sont éliminées.

Effets croisés : Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Appliqué dans l'impression d'emballages souples pour un nettoyage en profondeur des cylindres et des rouleaux anilox.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [76, TWG, 2004] [59, EIPPCB, 2005]

20.9.14 Nettoyage à la neige carbonique (CO₂)

Description : La peinture ou l'encre séchées peuvent être retirées en les décapant avec des granulés de neige carbonique.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvant sont totalement évitées.

Effets croisés : Le décapage nécessite de l'énergie et génère du bruit (dans les locaux) et de la poussière provenant de la peinture et de l'encre retirées.

Données d'exploitation : La préparation prend beaucoup de temps car les pièces des machines de nettoyage doivent être totalement isolées pour empêcher l'endommagement des autres pièces.

Applicabilité : Largement applicable au nettoyage de maintenance plutôt que dans les procédés de nettoyage quotidiens car cela implique généralement le démontage des pièces de la machine.

Dans l'imprimerie, la technique est utilisée pour se débarrasser des contaminations très persistantes sur certaines pièces des presses. Cette technique est appliquée une fois tous les quelques mois pour un nettoyage périodique intensif des imprimeries d'héliogravure d'édition et à sécheur thermique, où normalement le toluène et d'autres mélanges de solvants sont utilisés comme solvants de nettoyage.

Aspects économiques : Les coûts sont comparables à ceux des techniques traditionnelles de nettoyage.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail

Installations de référence : Utilisé dans les imprimeries d'héliogravure d'édition et à sécheur thermique dans toute l'Europe.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004] [59, EIPPCB, 2005]

20.10 Substitution : utilisation de substances moins nocives – principes généraux

Description : Le traitement de surface avec des solvants utilise une large gamme de produits chimiques dans une large gamme de procédés. L'Annexe IV, point 2, de la Directive IPPC prescrit de considérer l'utilisation de substances moins dangereuses.

L'utilisation de substances moins nocives (substitution) peut être réalisée des trois manières suivantes :

1. Remplacement direct d'une substance par une autre moins nocive. Cela se limite généralement aux systèmes simples, par exemple, le remplacement des nettoyeurs à point d'éclair bas par des nettoyeurs à point d'éclair élevé (voir Section 20.10.1).
2. Remplacement par des compositions chimiques ou des techniques de procédé différentes utilisant moins de substances dangereuses. Cette méthode est utilisée lorsqu'il n'y a pas de possibilité de remplacement direct. Des compositions chimiques différentes du procédé de revêtement donnent des traitements ayant des propriétés différentes, même avec les mêmes matériaux. Pour des exemples, voir le Tableau 20.7. Il s'agit de la principale méthode pour remplacer les substances dangereuses dans ce secteur, et elle est traitée dans les chapitres concernant l'activité ou l'industrie en question.

3. Élimination des procédés de traitement de surface dans l'installation et utilisation, par exemple, de matériaux pré-enduits dans la production (par exemple, pour la production d'articles électroménagers et de panneaux de construction). Ce type de substitution peut être présenté comme bénéfique pour l'environnement (par exemple dans les analyses de cycle de vie) et peut être envisagé par un exploitant pour atteindre différents objectifs, dont la réduction des émissions de COV. Néanmoins, la Directive IPPC fait référence à l'installation et aux activités utilisées. Ce type de substitution (en fait, l'arrêt du procédé dans l'installation) n'est donc pas une technique susceptible d'être prise en considération pour déterminer les MTD et n'est pas présenté plus en détail dans ce document de référence.

Revêtements à faible teneur en solvants	À haut extrait sec
	À 2 composants (interaction chimique)
	À base d'eau
	Pâte de poudre
Revêtement sans solvants	Résine coulée
	Revêtement en poudre
	Revêtement en poudre polyester
	Revêtement durcissant par rayonnement

Tableau 20.7 : Exemples de substituts de solvants utilisés dans le secteur STS

La substitution ne s'applique pas seulement aux solvants utilisés pour le nettoyage des substrats, des équipements et des locaux, mais aussi aux autres composants utilisés dans les procédés comme les pigments, les agents de préservation, les liants, les agents tensioactifs, etc.

Certaines substances sont régies par d'autres législations ou recommandations européennes et/ou nationales, et les phrases de risque fournies par les données des fabricants peuvent constituer un bon point de départ pour identifier les matières significativement nocives pour la santé et l'environnement. Voici les risques possibles associés aux substances utilisées dans ce secteur :

- * **effets physiologiques indésirables** (voir Section 20.10.4) :
 - les substances correspondant aux phrases de risque R45, R46, R49, R60 et R61
 - les substances correspondant aux phrases de risque R40 et R68 peuvent être envisagées pour un remplacement, mais principalement pour des raisons de santé professionnelle si un risque d'exposition existe
- * **effets physico-chimiques** : les phrases de risque suivantes ne sont pas considérées comme des mesures de l'impact environnemental (sauf lorsqu'elles sont soumises à [134, EC, 2003]) : explosif, oxydant, extrêmement inflammable, très inflammable ou inflammable
- * **formation d'oxydant photochimique (potentiel de formation d'ozone, PFO)** : voir le Chapitre 1 et la Section 20.10.2
- * **potentiel de destruction de l'ozone stratosphérique (PDO)** (voir Section 20.10.3)
- * **potentiel de réchauffement global (PRG)** : le PRG d'une substance est une mesure de la quantité de chaleur supplémentaire qui est piégée dans l'atmosphère lorsqu'un kilogramme de la substance est dégagée instantanément dans l'atmosphère, par rapport au cas où 1 kg de dioxyde de carbone est libéré
- * **effets écotoxiques** : ceux-ci sont décrits par l'étiquetage accompagnant les matières premières tel qu'il a été défini par la Directive de Marketing et d'Utilisation telle qu'amendée [98, EC, 1976]. Dans ce secteur, la toxicité aquatique telle qu'elle est définie par la phrase de risque R50/53 peut être l'une des plus pertinentes lorsqu'il y a un risque de contact avec l'eau, comme dans les systèmes à base de solvants qui sont remplacés majoritairement par des systèmes aqueux. Ceux-ci peuvent nécessiter l'ajout de biocides, ou les matières premières risquent de présenter une toxicité aquatique intrinsèque, ou il y a un risque d'écoulement, voir Section 20.3.3
- * **odeur** : beaucoup de COV ont une odeur. Dans certaines circonstances, les émissions de COV peuvent augmenter les problèmes de nuisances olfactives localisés (voir Section 20.15). Il n'y a pas de mesure à l'échelle européenne concernant l'odeur, bien que des méthodes existent dans différents États membres
- * **dégradation des matériaux** : des informations sont disponibles sur la corrosivité ou d'autres propriétés des COV susceptibles d'entraîner une dégradation des matériaux. Néanmoins, de telles dégradations sont peu susceptibles de se présenter quelle que soit la distance au point de rejet, à cause de la dilution par dispersion. C'est pourquoi ces COV ne sont pas considérés comme nocifs, bien que le PCOP (voir Section 20.10.3) prenne en compte la formation d'ozone qui peut conduire à une attaque d'ozone sur certains matériaux.

Avantages pour l'environnement : Réduction de l'utilisation de substances nocives, par exemple de solvants, et des quantités pénétrant par la suite dans l'environnement, que cela soit de manière planifiée (par exemple dans les gaz résiduels) ou non planifiée (par exemple les émissions diffuses, les fuites, les accidents de manipulation, etc.).

Il existe d'autres moyens d'améliorer la performance environnementale, par exemple l'économie d'énergie dans les procédés ou dans le traitement des gaz résiduels, l'utilisation de moins de matières premières dans les procédés ou le traitement des eaux usées, une utilisation d'eau moins importante, la production de moins de déchets et des émissions plus faibles de bruit et de poussière, etc.

Effets croisés : Ces effets dépendent des techniques alternatives individuelles. Certaines techniques peuvent avoir pour conséquence une augmentation de l'utilisation d'énergie, de la production de déchets ou de la consommation d'eau et de matières premières. Certains matériaux alternatifs peuvent accroître les risques pour la santé et la sécurité, et ont une réactivité photochimique supérieure (voir Section 20.10.2) ou augmentent d'autres risques environnementaux. Une approche simple pour évaluer si les risques sanitaires ont augmenté est d'utiliser le Ratio de Risque Vapeur (voir Applicabilité, ci-dessous). De plus amples informations sont données dans le BREF ECM.

Données d'exploitation : Voir Sections 2.4.1.2, 2.4.2.2, 2.4.3.2, 3.4.5, 4.4.2, 5.4.2, 6.4.3, 7.4.2, 8.4.2, 9.4.2, 10.4.2, 11.4.7, 12.4.2, 14.4.3, 15.4.2, 16.4.4 et 17.4.3.

Applicabilité : Les décisions de substitution doivent être prises au cas par cas, et la substitution doit atteindre de façon adéquate les caractéristiques de performance finale requises (c'est-à-dire avoir une fonctionnalité adéquate). Dans tous les cas, il est essentiel de discuter des changements avec le client avant de procéder à la substitution. Une bonne pratique est de ne pas procéder aux changements sans avoir une connaissance approfondie des caractéristiques de performance finale requises. En raison du risque d'échec pour parvenir à ces caractéristiques, il est conseillé à l'exploitant et au client de contrôler la qualité et la performance de la spécification requise et d'échanger des informations sur celle-ci.

Dans certains procédés utilisant des substances uniques, comme le toluène dans l'impression par héliogravure d'édition, il est actuellement impossible de remplacer la substance en question.

Au vu de la large gamme de produits chimiques utilisés dans ce secteur, il est peu probable que tous les produits chimiques potentiellement nocifs pour l'environnement puissent être remplacés de manière adaptée. Quelques procédés peuvent dépendre de substances nocives pour lesquelles il n'existe pas de substitut adapté ou dont les effets croisés (voir ci-dessus) dépassent les bénéfices.

Pour aider à la comparaison des substances alternatives possibles, des ratios peuvent être calculés. Par exemple, pour les effets physiologiques, le Ratio de Risque Vapeur (RRV) compare la tendance d'un produit à s'évaporer à sa LEP (Limite d'Exposition Professionnelle) comme ci-dessous :

$$\text{RRV} = \frac{\text{Concentration de vapeur à l'équilibre (à 20 °C)}}{\text{LEP}}$$

Par conséquent :

- * pour des produits présentant une LEP similaire, choisir le produit à la volatilité la plus faible
- * pour des produits présentant une volatilité similaire, choisir le produit à la LEP la plus élevée

Lorsque les données sont moins aisées à interpréter, le calcul peut s'avérer nécessaire.

D'autres facteurs, comme la toxicité et l'écotoxicité peuvent être jugés sur une base simple, comme l'utilisation d'une substance correspondant à une phrase de risque inférieure. Alternativement, d'autres systèmes de mesure (comme la réactivité de la formation d'ozone, voir Section 20.10.2), peuvent être utilisés. Dans certains cas, comme pour le PFO, un ratio analogue au RRV pourrait être développé.

Aspects économiques : Les substituts peuvent être plus rentables, mais cela doit être déterminé au cas par cas. Ils peuvent permettre à l'installation de respecter davantage qu'une série de conditions légales (voir Moteurs de la mise en œuvre ci-dessous). Des économies peuvent, par exemple, être réalisées sur :

- * la réduction de l'utilisation d'énergie, d'eau et de matières premières
- * la réduction du traitement des gaz résiduels et des eaux usées
- * une conformité améliorée de la santé et de la sécurité sur le lieu de travail

- * une meilleure qualité et fiabilité des procédés.

Moteurs de la mise en œuvre : La santé et la sécurité des employés sont des arguments majeurs en faveur de l'utilisation de substances moins nocives. (Note : une attention particulière devra être portée sur le remplacement pour raison de santé professionnelle afin de s'assurer que les remplacements sont réellement moins nocifs selon toutes les preuves à disposition).

Les autres facteurs légaux environnementaux influençant la mise en œuvre sont, par exemple, la DES et la recommandation PARCOM concernant les matières rejetées dans l'eau. Dans certains cas, la réduction de solvant atteinte peut conduire à une baisse de l'utilisation des solvants en dessous des niveaux prescrits par l'IPPC et les autres réglementations.

Installations de référence : Voir Sections 2.4.1.2, 2.4.2.2, 2.4.3.2, 3.4.5, 4.4.2, 5.4.2, 6.4.3, 7.4.2, 8.4.2, 9.4.2, 10.4.2, 11.4.4.2, 12.4.2, 14.4.3, 15.4.2, 16.4.4 et 17.4.3.

Littérature de référence : [59, EIPPCB, 2005], [89, Envirowise, 2003, 97, EIPPCB, 2005, 123, EC, 1999, 128, TWG, 2005, 168, ESIG, 2005]

20.10.1 Remplacement des agents de nettoyage (substitution)

[128, TWG, 2005]

Voir Section 20.9. La vitesse d'évaporation des solvants détermine la quantité de solvant qui s'évaporerait lors de l'activité de nettoyage et lors du stockage ultérieur des chiffons contaminés (un test standard est utilisé : DIN 53170). La vitesse d'évaporation des solvants traditionnels, par exemple le toluène et l'acétate d'éthyle dans l'imprimerie, est plus élevée que la vitesse d'évaporation des solvants à point d'éclair intermédiaire ou élevé. Par conséquent, l'évaporation durant le nettoyage peut être réduite par l'utilisation de ces derniers. Les données sur la vitesse d'évaporation peuvent être obtenues auprès du fournisseur, si elles ne sont pas fournies à l'utilisateur du solvant. Si ces informations ne sont pas disponibles, le point d'éclair du solvant constitue une bonne indication de sa vitesse d'évaporation, et tous les points d'éclair les plus faibles devraient être indiqués sur l'emballage du solvant.

L'utilisation d'agents de nettoyage à point d'éclair intermédiaire ou élevé présente aussi des avantages en termes de santé et de sécurité, car l'exposition du personnel aux solvants évaporés en sera réduite. Néanmoins, comme des LEP très faibles peuvent parfois se présenter, par exemple 1 ou 2 ppm contre 150 ppm pour l'acétate d'éthyle, ces avantages apparaissent lorsque les agents de nettoyage alternatifs présentent les critères suivants :

- * la limite d'exposition professionnelle n'est pas considérablement plus faible
- * le changement de solvant ne nécessite pas de chauffage
- * le solvant n'est pas séché par une évaporation forcée avec de l'air sous haute pression.

Comme le revêtement est généralement soluble ou remis en suspension dans les solvants d'origine, l'utilisation occasionnelle d'agents de nettoyage à point d'éclair faible sera nécessaire pour assister aux tâches de nettoyage difficiles. Une petite quantité de ceux-ci (par exemple environ 5 % du total) devra être gardée en stock. Par exemple, les SPEE ou d'autres solvants à faible volatilité ne sont pas applicables à toutes les imprimeries. Les encres qui sont basées sur des solvants volatils, lorsqu'elles sont sèches, se dissolvent facilement dans le même solvant qu'elles contenaient à l'origine. L'utilisation de solvants différents du solvant d'origine est généralement contre-productive. L'une des raisons en est qu'il n'est pas possible d'utiliser les machines existantes pour la distillation et la réutilisation en interne en cas de substitution par des SPEE. Des systèmes de filtrage en interne sont en cours de développement pour les SPEE. Voici d'autres exemples d'occasions où des agents de nettoyage volatils devront être utilisés (voir Section 20.9) :

- * le nettoyage des rouleaux mouilleurs
- * la maintenance
- * le nettoyage des encres UV
- * les changements de couleur difficiles.

Lorsque des solvants alternatifs à la volatilité plus faible/au point d'éclair plus élevé sont utilisés pour le nettoyage des sols, ces solvants ne s'évaporent pas rapidement (par définition), et par conséquent laissent le sol glissant. Par conséquent, il est nécessaire de sécher les sols, parfois avec de petites quantités de solvants volatils.

[148, TWG, 2006]

20.10.1.1 Agents de nettoyage à point d'éclair > 40 °C

Description : La vitesse d'évaporation des solvants traditionnels est nettement plus rapide que celle des solvants avec un point d'éclair > 40 °C. Par conséquent, l'évaporation durant le nettoyage peut être réduite en utilisant des solvants à point d'éclair intermédiaire. Ces solvants peuvent être utiles comme étape intermédiaire lors du passage d'agents de nettoyage volatils à des agents de nettoyage moins volatils.

Avantages pour l'environnement : Une réduction des émissions de COV dans l'air jusqu'à 40 % par rapport aux solvants à point d'éclair élevé (voir Section 10.10.1.2) a été rapportée. Il y a moins de risques de contamination des sols. Comme une quantité moins importante de solvants s'évapore, la consommation de solvants diminue.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les solvants à point d'éclair intermédiaire peuvent ne pas être aussi efficaces et efficaces pour le nettoyage que les solvants traditionnels et le nettoyage nécessitera plus de temps.

Applicabilité : Pas utilisé dans toutes les industries, voir Section 20.10.1.2, ci-dessous.

Aspects économiques : Dans l'imprimerie, comme le nettoyage nécessite plus de temps et que le temps de presse est très coûteux, l'utilisation de solvants à volatilité réduite entraîne rapidement des coûts prohibitifs si, en effet, du temps de presse est perdu. Par exemple, la perte de temps de production due à une évaporation plus lente du solvant peut facilement faire passer les coûts à plus de 1 000 EUR de l'heure dans le cas de l'impression à sécheur thermique.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [35, Aminal, et al., 2002] [76, TWG, 2004] [54, BMLFUW Austria, 2003]

20.10.1.2 Agents de nettoyage à point d'éclair > 55 °C

Description : La vitesse d'évaporation des solvants traditionnels peut être 100 fois plus rapide que la vitesse d'évaporation des solvants à point d'éclair > 55 °C. Par conséquent, l'évaporation pendant le nettoyage peut être considérablement réduite en utilisant des solvants à point d'éclair élevé.

Avantages pour l'environnement : La réduction des émissions de COV dans l'air dépend de la situation de départ : pour des solvants à point d'éclair < 21 °C, une réduction de près de 90 % peut être atteinte ; pour des solvants à point d'éclair compris entre 21 et 55 °C, une réduction d'environ 50 % est possible. Un autre avantage est que le risque de contamination des sols est moins important. Comme moins de solvants s'évaporent, la consommation de solvants diminue.

Effets croisés : Les pertes de papier peuvent augmenter, car, suite au nettoyage intermédiaire, les agents de nettoyage mettent plus de temps à disparaître, ce qui peut entraîner la rupture de la bande de papier.

Données d'exploitation : Les solvants à point d'éclair élevé peuvent ne pas être aussi efficaces et efficaces pour le nettoyage que les solvants traditionnels, mais avec l'expérience, les résultats tendent à devenir acceptables. Le nettoyage avec des solvants à point d'éclair élevé nécessitera plus de temps, bien qu'avec une formation et de l'expérience, cette perte de temps sera réduite à un niveau acceptable.

En Allemagne, un accord a été conclu entre l'organisation pour la santé et la sécurité et l'industrie d'impression à sécheur thermique, afin que ne soient utilisés que des agents de nettoyage à point d'éclair > 55 °C et avec une teneur aromatique inférieure à 1 %. Bien que l'argument principal soit la santé professionnelle, l'utilisation de solvants à volatilité élevée/haut potentiel de création d'ozone a été considérablement réduite en remplaçant les solvants traditionnels de type « white spirit ».

Applicabilité : Ces solvants sont appliqués dans le nettoyage manuel et automatique. Ils sont communément appliqués dans les imprimeries à sécheur thermique où des combinaisons d'ANV et de points d'éclair élevés (55 à 100 °C) sont souvent utilisés pour obtenir la vitesse de séchage adéquate.

Dans l'industrie de l'emballage souple, des solvants à point d'éclair élevé sont communément utilisés en petites quantités pour retirer les contaminations très persistantes. Pour le nettoyage quotidien des machines de nettoyage, néanmoins, ces agents de nettoyage à point d'éclair élevé ne sont pas communément utilisés, bien que quelques expériences soient en cours, qui ne sont pas encore couronnées de succès.

Aspects économiques : Dans l'imprimerie, comme le nettoyage nécessite plus de temps et que le temps de presse est très coûteux, l'utilisation de solvants à volatilité réduite entraîne rapidement des coûts prohibitifs si, en effet, du temps de presse est perdu. Par exemple, la perte de temps de production due à une évaporation plus lente du solvant peut facilement faire passer les coûts à plus de 1 000 EUR de l'heure dans le cas de l'impression à sécheur thermique.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [29, Netherland, 1996] [76, TWG, 2004] [168, ESIG, 2005]

20.10.1.3 Agents de nettoyage à point d'éclair > 100 °C

Description : Les agents de nettoyage qui ont un point d'éclair > 100 °C sont aussi appelés « solvants à point d'ébullition élevé » (SPEE). Ils présentent encore moins d'évaporation (presque aucune) que les solvants à point d'éclair > 55 °C.

Avantages pour l'environnement : L'avantage principal est que durant le stockage des solvants et des chiffons contaminés, l'évaporation est moins importante qu'avec des solvants à point d'éclair inférieur. Le risque de contamination des sols provenant d'air enrichi en solvant en est aussi réduit. Un autre avantage est que l'exposition de la main d'œuvre est réduite au minimum.

Effets croisés : Moins le solvant s'évapore, plus il en reste comme déchet à traiter ou à rejeter. Le nettoyage à l'aide de SPEE nécessite un après-lavage à l'eau. La consommation d'eau et le rejet d'effluents augmentera aussi, les SPEE étant normalement dilués dans de l'eau. Les mélanges d'eau et de SPEE peuvent être traités en appliquant un filtrage, après lequel le SPEE peut être réutilisé et le résidu d'eau peut être normalement rejeté dans le réseau d'assainissement.

Données d'exploitation : Dans l'imprimerie à sécheur thermique, l'application des SPEE nécessite une méthode de travail différente de celle utilisée pour les autres solvants. Les résultats de l'application de SPEE sont, par conséquent, variables. Néanmoins, les résultats sont souvent positifs. Ce qui est le cas la plupart du temps lorsque les presses sont nettoyées à la main.

Lorsque des systèmes de nettoyage automatique sont utilisés, il devra être convenu qu'il n'y a aucune objection de la part des fabricants concernant l'utilisation de SPEE. Certains systèmes automatiques peuvent être endommagés par l'utilisation de ces produits. Les systèmes automatiques datant d'avant 1996 en particulier peuvent nécessiter quelques adaptations au niveau des systèmes de dosage et de pulvérisation.

Applicabilité :

- * applicable aux imprimeries à sécheur thermique
- * les SPEE peuvent être appliqués au nettoyage manuel et automatique.

Aspects économiques : Généralement, cette technique s'autofinance, néanmoins, les conditions suivantes doivent être prises en compte :

- * excepté pour le nettoyage automatique des vieilles installations où les coûts de modernisation peuvent être plus élevés
- * les unités de nettoyage automatique modernes, si elles utilisent encore des solvants à volatilité élevée, utilisent seulement quelques ml par cycle de nettoyage

* même une petite perte de temps de production par cycle de nettoyage rend cette technique très coûteuse si elle est exprimée en EUR/kg non émis.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003] [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [29, Netherland, 1996] [76, TWG, 2004] [54, BMLFUW Austria, 2003] [128, TWG, 2005]

20.10.1.4 Agents nettoyants végétaux (ANV)

Description : Les agents nettoyants végétaux (ANV) sont inclus dans le groupe des agents de nettoyage à point d'éclair > 100 °C (voir Section 20.10.1.3). La première génération d'ANV consistait simplement en des huiles végétales raffinées, qui ont été jugées plutôt épaisses et difficiles à manipuler. La génération actuelle d'ANV consiste en des mono-esters de différents acides gras qui diffèrent par leur degré de saturation (indice d'iode) et leur teneur en acides gras (indice d'acide). Des systèmes automatiques de nettoyage développés spécialement pour être utilisés avec des ANV sont disponibles.

Avantages pour l'environnement : Ces ANV sont créés à partir de sources renouvelables et n'augmenteront donc pas les émissions de gaz à effet de serre. L'avantage principal est que durant le stockage des solvants utilisés et des chiffons contaminés, moins d'évaporation a lieu que lors de l'utilisation de solvants à point d'éclair plus faible. Le risque de contamination des sols est aussi réduit. Un autre avantage est que l'exposition de la main d'œuvre est réduite au minimum.

Effets croisés : Le nettoyage à l'aide des ANV nécessite un après-lavage à l'eau uniquement. Par la suite, une quantité plus importante d'eaux usées est produite. Les mélanges d'eau et d'ANV peuvent être traités en appliquant un filtrage, après lequel l'ANV peut être réutilisé et le résidu d'eau peut être rejeté normalement dans le réseau d'assainissement. Certains ANV peuvent avoir un impact toxicologique sur l'homme.

Certains ANV ont été signalés comme pouvant contenir jusqu'à 15 % de solvants ou d'ingrédients toxiques (bien que cela n'ait pas été défini avec plus de précision). Il est bien évident que ces ANV n'apporteraient rien en termes de valeur environnementale ou de protection de la santé et de la sécurité. L'utilisation des ANV présentée dans cette section est basée sur des ANV ne contenant pas de solvants, ni d'ingrédients toxiques.

Données d'exploitation : L'application des ANV nécessite une méthode de travail différente de celle utilisée pour les solvants traditionnels, et par conséquent, les résultats sont variables ; néanmoins, les résultats sont souvent positifs. C'est la plupart du temps le cas lorsque les presses sont nettoyées à la main. Néanmoins, la formation et l'acquisition d'expérience sont un plus.

Dans l'industrie de l'impression, lorsque des systèmes de nettoyage automatique sont utilisés, il devra être convenu qu'il n'y a aucune objection de la part des fabricants concernant l'utilisation des ANV. Certains systèmes automatiques peuvent être endommagés par l'utilisation de ces produits. Les systèmes automatiques datant d'avant 1996 en particulier peuvent nécessiter quelques adaptations au niveau des systèmes de dosage et de pulvérisation. Les scellés doivent parfois être remplacés.

Applicabilité : Applicable dans les imprimeries offset à feuilles. Dans les procédés d'impression sur rotatives coldset et à sécheur thermique, cette technique est utilisée seulement pour le nettoyage final de la presse. Cela est dû au fait que durant l'impression, l'eau de rinçage peut facilement déchirer la bande de papier. Un sondage réalisé au Danemark a montré qu'environ 65 % des imprimeurs offset à feuilles utilisent régulièrement des ANV, mais ils n'utilisent des solvants volatils que lorsqu'il est nécessaire de retirer l'encre séchée. La consommation d'ANV dans ces installations représente environ 2 % de l'ensemble des solvants utilisés. D'autres rapports, par exemple des Pays-Bas, montrent que ces agents de nettoyage ne sont pas applicables dans le séchage thermique et pas toujours dans l'impression à feuilles. Il a aussi été rapporté que dans l'impression à sécheur thermique la différence d'émissions entre les SPEE et les ANV ne justifiait pas les coûts supplémentaires et le temps perdu.

L'utilisation des ANV devrait être limitée à ceux dont la toxicologie et les autres effets croisés sont connus.

Aspects économiques : Les ANV sont souvent quatre fois plus chers que les agents de nettoyage traditionnels. Néanmoins, le volume d'ANV nécessaire pour nettoyer une surface constante est de moitié inférieur au volume d'agents de nettoyage traditionnels. Généralement, cette technique s'autofinance, néanmoins, les conditions suivantes doivent être prises en compte :

- * excepté pour le nettoyage automatique des vieilles installations où les coûts de modernisation peuvent être plus élevés
- * les unités de nettoyage automatique modernes, si elles utilisent encore des solvants à volatilité élevée, utilisent seulement quelques ml par cycle de nettoyage
- * même une petite perte de temps de production par cycle de nettoyage rend cette technique très coûteuse si elle est exprimée en EUR/kg non émis.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003] [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [11, IMPEL, 2000] [76, TWG, 2004]

20.10.1.5 Solvants puissants non volatils

Description : Des solvants puissants comme la n-méthyle-2-pyrrolidone (point d'ébullition à 202 °C, point d'éclair à 95 °C) et l'éthanolamine (point d'ébullition à 170 °C, point d'éclair à 85 °C, pression de vapeur de 0,2 mm Hg) peuvent être utilisés lorsqu'une action puissante de solvant est requise, généralement pour le nettoyage. Ils peuvent remplacer les solvants halogénés (voir Section 20.10.3).

Avantages pour l'environnement : Émissions réduites dans l'air et production de déchets dangereux réduite.

Effets croisés : Lorsqu'ils sont utilisés à température ambiante, les solvants puissants à volatilité faible n'entraînent pas d'émissions et un équipement de santé et de sécurité limité est requis. Néanmoins, lorsqu'ils sont utilisés à des températures plus élevées pour en améliorer l'efficacité, ces avantages disparaissent. Fin 2006, la n-méthyle-2-pyrrolidone était sous surveillance et elle pourrait être classée comme CMR.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : L'applicabilité dépend de l'usage spécifique (voir Section 20.9). La substitution a été appliquée avec succès dans l'industrie de l'impression (via la législation et des accords industriels au niveau européen), dans la fabrication de garnitures automobiles, et est couramment appliquée dans tous les secteurs industriels.

Aspects économiques : Plus coûteux que les solvants traditionnels.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Voir Applicabilité ci-dessus.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [12, UBA Germany, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [148, TWG, 2006]

20.10.1.6 Nettoyage aqueux

Voir Section 20.9.8.

20.10.2 Utilisation de solvants à plus faible potentiel de formation d'ozone (PFO)

Description : Des COV différents réagissent différemment lorsqu'ils sont émis dans l'air : on appelle cela la réactivité ou le potentiel de formation d'ozone. La réactivité des COV n'est pas une fonction

statique d'un composé, mais varie selon les conditions. La température, la quantité de lumière solaire disponible et la concentration de NO_x , ainsi que d'autres composés de COV dans l'air, peuvent avoir un effet sur le potentiel d'un composé particulier à former de l'ozone. La météorologie joue aussi un rôle important. L'assignation d'une valeur de réactivité aux COV est donc une tâche compliquée.

Les échelles les plus communément utilisées pour comparer la réactivité des différents COV sont :

- * le potentiel de création d'ozone photochimique (PCOP) (présenté dans le BREF ECM)
- * la réactivité incrémentielle maximale (RIM), dérivée de la réglementation en Californie, aux États-Unis.

Une échelle alternative appelée PIOSV – production intégrée d'ozone sous le vent maximale – a été développée au Royaume-Uni. La PIOSV est exprimée en ppb d'ozone par taux d'émission de COV en tonnes par heure. Seules environ 100 valeurs PIOSV ont été calculées pour des substances individuelles, et il est recommandé de conduire des évaluations supplémentaires avant d'appliquer régulièrement la PIOSV. Ceci constitue un champ de recherche pertinent pour la recherche future (voir les conclusions de la Section 23.4). La RIM étant calculée dans des conditions climatiques californiennes, cela laisse le PCOP comme option la plus pertinente avec laquelle travailler actuellement.

L'utilisation d'une échelle pour les PFO permet de résumer un mélange de COV (voir le BREF ECM). Néanmoins, le PFO est généralement utilisé pour l'évaluation de l'effet des substances déjà volatilisées (par exemple dans les cabines de pulvérisation, les sècheurs) et relâchées, par exemple pour la modélisation. Lorsque les substances ne sont pas automatiquement volatilisées (par exemple pour certains produits de nettoyage), il peut être nécessaire de le prendre en compte. L'éco-label Swan utilise le potentiel de création d'ozone effectif, le $\text{PCOP}_{\text{effectif}}$ (le PCOP multiplié par le taux relatif d'évaporation). Un substitut approximatif consiste à utiliser la pression de vapeur multipliée par le PCOP (voir Annexe 24.7) :

L'impact d'un mélange de solvants sur la formation d'ozone pour des matériaux peut être exprimé ainsi :

$$\text{PCOP}_{\text{(effectif)}} = \sum_1^n x_1(\text{PCOP}_{\text{effectif}})_1 + x_2(\text{PCOP}_{\text{effectif}})_2 + \dots x_n(\text{PCOP}_{\text{effectif}})_n$$

Où :

x_1 est la concentration de la substance 1 dans le mélange
 $(\text{PCOP}_{\text{effectif}})_1$ est le potentiel de création d'ozone effectif (égal au PCOP lorsque tout le solvant est volatilisé dans le procédé).

Une formule similaire (mais utilisant le poids volatilisé plutôt que la concentration) peut être utilisée pour comparer les effets du rejet de quantités différentes de solvants différents rejetés à partir de différentes formules.

La Figure 20.4 ci-dessous illustre graphiquement comment fonctionne la formule pour évaluer si une proposition de substitution permet un bénéfice environnemental. La VP_n est la pression de vapeur de n composants (comme première approximation ; cette approche additive suppose qu'il n'y a aucune interaction physico-chimique entre les différents composants, ce qui est probablement une approche du « pire scénario »).

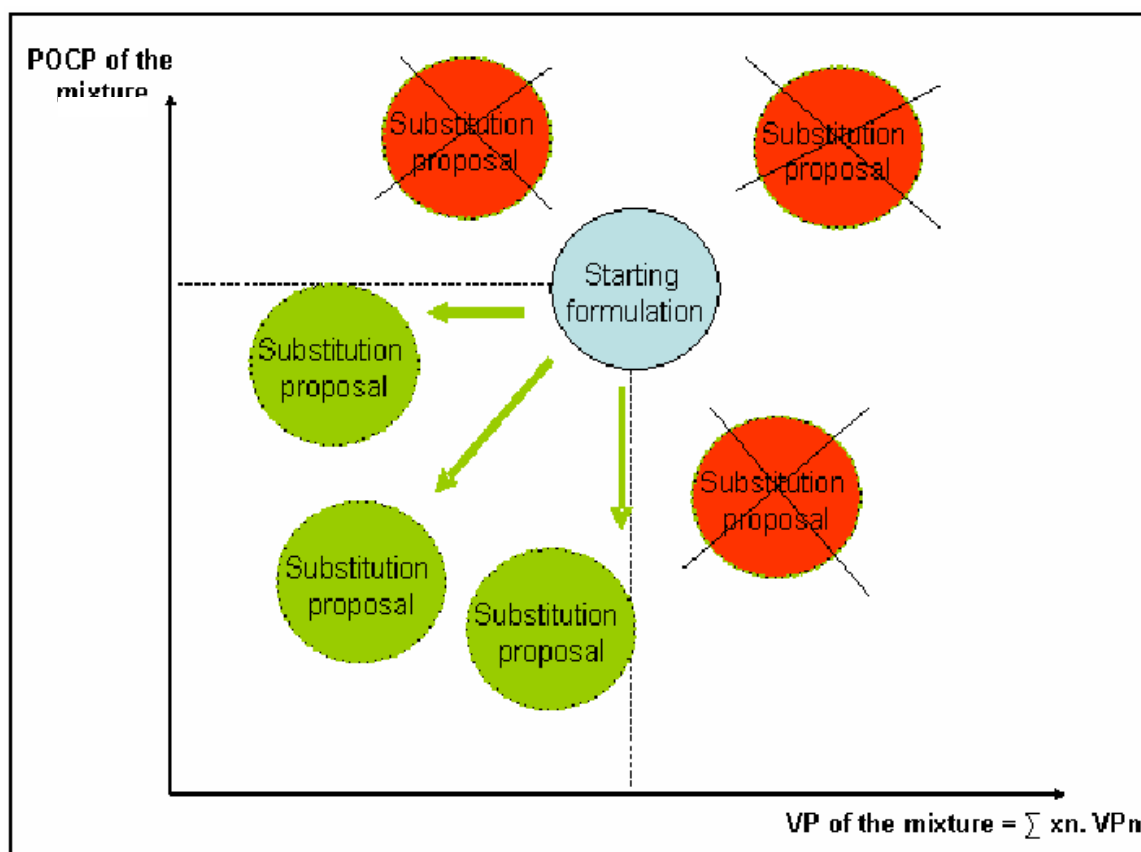


Figure 20.4 : Évaluation des substitutions potentielles au moyen du PCOP

Avantages pour l'environnement : Le remplacement direct des solvants aromatiques légers à réactivité élevée, par exemple le toluène, le xylène et le solvant naphta (aromatiques C9), par des alternatives à réactivité inférieure offre un potentiel de réduction des PCOP des COV d'environ 20 à 40 % (voir Applicabilité ci-dessous).

Certains solvants aromatiques sont classés comme dangereux pour l'environnement (R51/53 : les exceptions incluent le toluène, le xylène et l'éthylbenzène), leur remplacement serait donc également bénéfique pour l'environnement aquatique, selon les produits de remplacement choisis.

Effets croisés : Les COV chlorés ont tendance à avoir une faible réactivité de formation d'ozone, mais un potentiel important de destruction d'ozone stratosphérique ainsi que des effets toxiques.

Données d'exploitation : Voir Applicabilité ci-dessous.

Applicabilité : Alors que le PFO est le raisonnement scientifique soutenant la nécessité de réduire les émissions de COV, l'utilisation du PFO en est à ses débuts et ce paramètre ne peut pas être utilisé pour démontrer la conformité avec la législation existante comme la DES (au niveau de l'exploitant) et les plafonds d'émission nationaux (au niveau des États membres).

La technique n'est pas applicable dans les installations où les émissions de solvant sont réduites et prévenues de manière adéquate, par exemple par un traitement des gaz résiduels, voir Section 20.11.

Les calculs de la réactivité des COV montrent que, bien qu'il y ait quelques variations dans les classements relatifs des COV individuels, les solvants aromatiques légers sont apparus comme étant les produits les plus réactifs en termes de formation d'ozone selon les trois échelles (et le même résultat a été trouvé avec les autres échelles qui ont été testées aux États-Unis). En général, le remplacement des produits aromatiques légers dans les formules de traitement de surface peut entraîner une réduction significative du PFO du produit fini malgré les incertitudes associées aux valeurs PCOP (ou d'autres réactivités). Néanmoins, il est important de noter que, bien que les COV chlorés présentent généralement des valeurs faibles dans les échelles de formation d'ozone, ils ne devraient pas être utilisés pour remplacer des COV non chlorés, car ils présentent des valeurs de PDO élevées (voir Section 20.10.3), et ont des impacts sur la santé et la sécurité.

Des systèmes complexes, comme la peinture automobile (et certains types d'encre d'impression), peuvent contenir jusqu'à 30 solvants différents. Ce mélange sophistiqué de solvants est utilisé pour parvenir à certaines spécifications, comme la couleur, le séchage, la durabilité, etc. Leur remplacement pour réduire le PPFO_{total} tout en continuant de respecter les exigences de qualité nécessiterait un investissement majeur de l'industrie (voir Aspects économiques ci-dessous) et ne pourrait pas être réalisé par un fabricant automobile ou une installation isolée. Néanmoins, cela pourrait être mis en œuvre à long terme comme une considération concernant les formules des peintures actuelles (par exemple via REACH, voir Moteurs de la mise en œuvre ci-dessous) et cela constitue un champ pertinent pour la recherche future (voir les conclusions de la Section 23.4).

Dans certains procédés utilisant des solvants avec des PFO plus élevés, ces solvants ne peuvent pas être remplacés pour des raisons techniques. Cela peut être le cas même lorsqu'on utilise principalement un seul solvant dans le procédé, comme le toluène dans l'impression par héliogravure d'édition.

Le PFO peut être utilisé (dans les limites décrites dans cette section) pour guider des remplacements d'autres produits dangereux (tel que décrit dans la Section 20.10) afin de s'assurer que ces remplacements réduisent (ou du moins n'augmentent pas) le PFO total. Il est important de prendre cela en considération lorsqu'une substitution est utilisée pour arriver aux objectifs d'émission. Cela pourrait être utilisé lorsque d'autres mesures ne peuvent pas atteindre les valeurs d'émission associées ou qu'elles ne sont pas techniquement applicables (en ayant des effets croisés défavorables par exemple). Cela pourrait être plus facilement utilisé dans des systèmes simples, comme le remplacement recommandé de solvants de nettoyage (voir Sections 20.9 et 20.10.3) et des supports de solvant pour la préservation du bois (voir le Chapitre 18). Lorsque le PFO est utilisé, alors le PCOP peut être utilisée lorsque le solvant est évaporé et le PCOP_{effectif} devrait être utilisé lorsque l'évaporation est seulement partielle (par exemple avec certaines techniques de nettoyage).

Aspects économiques : L'industrie automobile estime le coût de la mise en œuvre pour les peintures automobiles entre 100 millions et 3,5 milliards EUR, sur une échelle de temps d'environ 10 ans. De plus, la mise en œuvre de ce type de changement entraînera probablement des coûts cachés dans la production, les nouveaux systèmes de solvant pouvant ne pas avoir les mêmes caractéristiques.

Moteurs de la mise en œuvre : La politique et les réglementations en faveur d'une baisse de la formation d'ozone au niveau du sol (Protocole de Göteborg UNECE et Directive UE 2001/81/CE sur les plafonds d'émission nationaux), CAFE (Clean Air For Europe), REACH, etc.

Les solvants aromatiques légers présentent des limites d'exposition professionnelle relativement faibles, donc du point de vue de la santé professionnelle, leur remplacement peut aussi être favorable.

L'éthylbenzène, un composant du xylène industriel, fait actuellement l'objet d'une étude de risque européenne conformément au Règlement sur les substances existantes 793/93/CEE. Des essais toxicologiques sur l'éthyle benzène ont mis en avant une activité cancérogène sur les rats et les souris et par conséquent, l'Agence Internationale de Recherche sur le Cancer a classé l'éthylbenzène comme un carcinogène de groupe 2B (peut être cancérogène pour l'homme).

Installations de référence : Appliquée en particulier par les autorités locales de contrôle de la pollution de l'air aux États-Unis, la RIM est utilisée par les autorités réglementaires californiennes et l'industrie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004] [96, European Solvents Industry Group, 2005] [97, EIPPCB, 2005] Éco-label Swan [www.Svanen.nu] [148, TWG, 2006, 169, Lemoine, 2006, 170, Tempamy and Lemoine, 2006, 172, May, 2006]

20.10.3 Remplacement des solvants halogénés

Description : Les solvants halogénés peuvent être remplacés par des solvants moins dangereux, par exemple lorsqu'une action puissante de solvant est requise pour le nettoyage. Des solvants puissants comme la n-méthyle-2-pyrrolidone et l'éthanolamine peuvent être utilisés (voir Section 20.9.5). Lorsque les peintures sont à base de solvants halogénés, des systèmes de peinture alternatifs peuvent être utilisés (voir Section 20.7).

Avantages pour l'environnement : Dangerosité réduite des émissions durant la manipulation et dans l'air et réduction de la production de déchets dangereux.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les hydrocarbures chlorés sont parfois utilisés pour dégraisser les surfaces dans la production de garnitures automobiles et comme solvant pour quelques revêtements de machines agricoles et engins de chantier.

Dans l'industrie de l'emballage souple, des solvants halogénés comme le chlorure de méthylène ont été utilisés pour retirer des contaminations persistantes. Néanmoins, ils ont été remplacés par des solvants non volatils comme la n-méthyle-2-pyrrolidone et l'éthanolamine.

Applicabilité : L'applicabilité dépend de la technique spécifique et de son utilisation. La substitution a été appliquée avec succès dans l'industrie de l'impression (via la législation et des accords industriels au niveau européen), dans la fabrication de garnitures automobiles, et est couramment appliquée dans tous les secteurs industriels. Des systèmes de peinture qui peuvent remplacer les peintures utilisant des solvants halogénés sont disponibles.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail. La DES définit une valeur limite d'émission de 20 mg/Nm³ où le débit massique des COV halogénés de phrase de risque R40 est égal ou supérieur à 100 g/h.

En Allemagne, l'utilisation de solvants halogénés est considérée comme obsolète.

Installations de référence : Les solvants halogénés ont été remplacés à grande échelle (par exemple en Allemagne).

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [12, UBA Germany, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.10.4 Remplacement des solvants et d'autres matériaux présentant des propriétés CMR (substitution)

Description : D'autres substances et/ou différentes techniques peuvent être utilisées pour remplacer des substances ou des préparations qui, en raison de leur teneur en COV, sont classées comme carcinogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction conformément à la Directive 67/548/CEE, et sont associées aux phrases de risque R45, R46, R49, R60, R61.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : La substitution a été appliquée avec succès dans l'industrie de l'impression. Pour le remplacement des solvants, des installations ont remplacé le dégraissage aux solvants par un nettoyage sans solvants, bien que les solvants remplacés ne soient pas toujours des solvants CMR (voir Section 20.10.1.6).

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail, DES, Directive de Marketing et d'Utilisation.

Installations de référence : La plupart des ateliers de peinture en Allemagne et beaucoup d'installations de galvanisation traitant des substrats similaires en Europe.

Littérature de référence : [98, EC, 1976, 123, EC, 1999] [128, TWG, 2005]

20.10.5 Agents de nettoyage aqueux

Description : Dans les ateliers de peinture utilisant des peintures aqueuses, des mélanges d'alcool ou de glycol/eau (butyl glycol/eau) sont utilisés à la place des solvants organiques purs.

Avantages pour l'environnement : Consommation réduite de solvant.

Effets croisés : Alors que la teneur en solvants peut être significativement réduite, il faut noter que les nettoyeurs aqueux peuvent contenir jusqu'à 15 % de solvant. Si un séchage supplémentaire est requis entre le nettoyage et les procédés suivants, alors la consommation d'énergie peut augmenter.

Données d'exploitation : Les agents de nettoyage aqueux peuvent être utilisés avec des traitements biologiques.

Applicabilité : Des agents de nettoyage aqueux sont utilisés dans l'industrie automobile lorsque des peintures aqueuses sont utilisées.

Il n'y a pas d'agents de nettoyage aqueux disponibles pour l'impression offset. Ils ne sont pas disponibles non plus pour l'héliogravure d'édition ou pour l'emballage souple lorsque des encres, des peintures et des adhésifs à base de solvants sont utilisés.

Il peut y avoir des problèmes lors de l'utilisation d'agents de nettoyage aqueux lorsque le procédé suivant est à base de solvants. Cela peut aussi nécessiter un séchage supplémentaire entre le nettoyage et le traitement suivant.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Installations de revêtement automobile et de prélaquage en continu en Europe. Beaucoup d'installations de galvanisation en Europe (traitant des substrats similaires à ceux des ateliers de peinture).

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11 Traitement des gaz résiduels

Cette section présente les systèmes utilisés pour le traitement des gaz résiduels contenant des solvants. Elle présente non seulement les différents types de traitements disponibles, mais aussi leur conception et leur aménagement. La section couvre aussi les techniques permettant d'optimiser ou de réduire le flux d'air à traiter et les techniques permettant de récupérer les solvants réduits, comme la distillation. La Figure 20.5 présente un aperçu de l'étendue des applications des technologies de réduction de COV disponibles jusqu'en 2000. L'industrie fait remarquer que l'épuration par voie humide est seulement utilisée pour l'élimination des particules, que la condensation nécessite d'être combinée avec un séchage sous atmosphère inerte et est utilisée pour des concentrations bien plus importantes et que l'incinération régénérative (oxydation) est appliquée beaucoup plus largement aujourd'hui (< 5 000 - > 100 000 m³/h) [76, TWG, 2004].

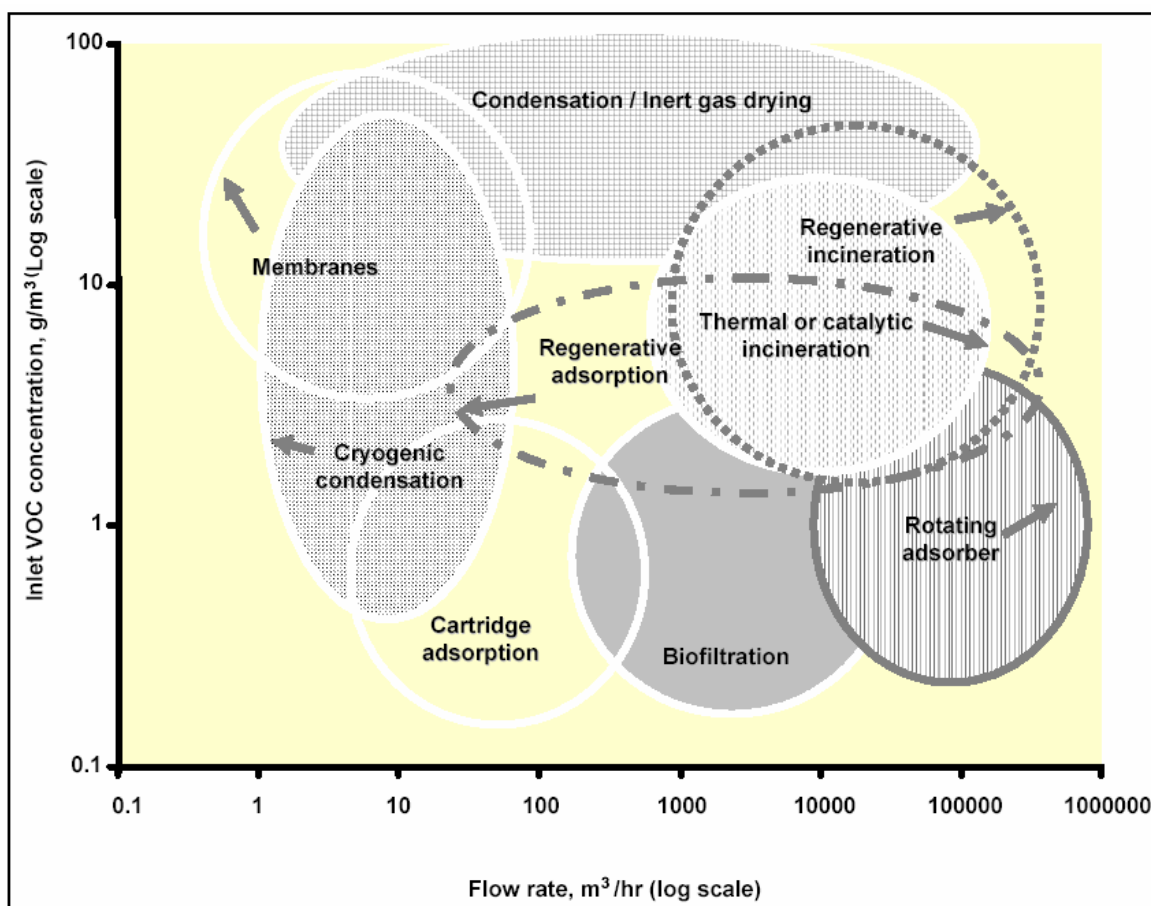


Figure 20.5 : Aperçu de l'étendue des applications des technologies de réduction des COV disponibles
[60, ESIG, 2000]

20.11.1 Conception, optimisation et gestion des techniques d'extraction et de réduction

20.11.1.1 Sélection, conception et optimisation du système

Description : Les systèmes d'extraction d'air contenant des solvants sont généralement conçus principalement pour maintenir des atmosphères bien inférieures à la LIE sur les lieux de travail et au niveau des équipements, et des concentrations de solvants inférieures à la LEP (qui peut être plus élevée que dans la zone maintenue sous la LIE). L'extraction aux points clés sources de solvants peut être dirigée vers des systèmes de traitement des gaz résiduels. Dans certains cas (comme dans les machines de nettoyage utilisant des solvants), l'air est évacué vers le traitement avec pour but principal de réduire les émissions de solvant. En outre, dans de nombreux cas, l'objectif premier du traitement des gaz résiduels est de réduire les odeurs.

La conception des systèmes d'extraction devrait prendre en compte :

- * la quantité d'air à extraire
- * les niveaux probables des solvants
- * le type de traitement, sa rentabilité et ses effets croisés
- * le nombre d'heures de fonctionnement par an.

L'extraction d'un important volume d'air par rapport aux solvants augmente la taille du système de réduction et peut augmenter la quantité d'énergie requise sous forme de combustible de support pour la combustion.

Les émissions diffuses qui ne sont pas captées par les systèmes d'extraction et le traitement des gaz résiduels peuvent souvent représenter une partie importante des émissions de solvants (voir par exemple la Section 2.3). Cela doit être considéré lors de la conception d'un système d'extraction et de réduction.

Un exemple de prise en compte des effets croisés entre l'impression flexographique avec des encres à base d'eau et avec des encres à base de solvants est donné dans le BREF ECM [97, EIPPCB, 2005].

L'Annexe 24.9 propose un résumé des techniques de traitement des gaz résiduels (oxydation, adsorption, condensation et traitement biologique) et leur applicabilité. Une comparaison des efficacités d'élimination des techniques les plus largement utilisées est fournie pour différents types de solvants à différentes concentrations d'entrée [148, TWG, 2006].

Les considérations suivantes peuvent aider à la sélection du système, à sa conception et à son optimisation, bien que des recommandations d'experts puissent être recherchées :

* **émissions discontinues** : pour les procédés discontinus, les techniques à charges variables et faibles comme l'oxydation thermique (incinération) ou l'adsorption (par exemple sur des cartouches) sont plus rentables

* **sélection du traitement thermique pour un fonctionnement en continu** [112, Verspoor and manufacturer, 2005] : lorsque les émissions sont continues, des oxydants à lits multiples sont considérés. Les consommations énergétiques pour l'extraction de l'air et le combustible de support sont plus importantes. Le Tableau 20.8 montre le traitement requis pour atteindre les différents niveaux d'émission.

Concentration de COV dans les gaz résiduels après traitement (mg de C/Nm ³)	Traitement requis
20 mg de C en moyenne par 24 h	Oxydant à 3 lits
50 mg de C en moyenne par 24 h	Oxydant à 2 ou 3 lits (selon les COV entrants maximum)
100 mg de C en moyenne par 24 h	Oxydant à 2 lits
20 mg de C à tout moment	Oxydant à 3 lits
50 mg de C à tout moment	Oxydant à 3 lits
100 mg de C à tout moment	Oxydant à 3 lits

Tableau 20.8 : Influence des valeurs d'émission sur le choix d'un oxydant à 2 ou 3 lits [112, Verspoor and manufacturer, 2005]

Les coûts d'investissement des oxydants à 2 lits sont de 10 à 15 % inférieurs à ceux des oxydants à 3 lits. Dans les installations de combustion avec préchauffage régénératif (oxydation thermique régénérative, installations OTR), la plus grande part de l'énergie est de loin celle récupérée par les échangeurs thermiques (> 95 %). Par conséquent, les exigences en matière d'énergie pour que le traitement des gaz résiduels parvienne à 20 mg/m³ de gaz traité ne sont pas significativement plus importantes que l'énergie nécessaire pour parvenir à seulement 50 mg/m³ ou 100 mg/m³. Néanmoins, la consommation d'énergie est plus importante pour le ventilateur principal du système d'extraction et les coûts de maintenance sont plus élevés. Si les températures du procédé sont abaissées parce que des concentrations de COV plus importantes sont permises dans le gaz traité, les émissions de CO peuvent alors augmenter considérablement.

* **effet de la consommation d'énergie inférieure aux conditions autothermiques** : pour l'effet sur les frais d'exploitation de l'incinérateur lorsque la teneur moyenne en solvant diminue structurellement dans le temps à cause (par exemple) d'une diminution de la teneur en solvants des produits de revêtement utilisés, se reporter à la Figure 20.6. Celle-ci montre les données pour un incinérateur d'une installation d'emballages souples. La quantité de gaz utilisée après le point autothermique augmente exponentiellement pour les flux intermédiaires et faibles.

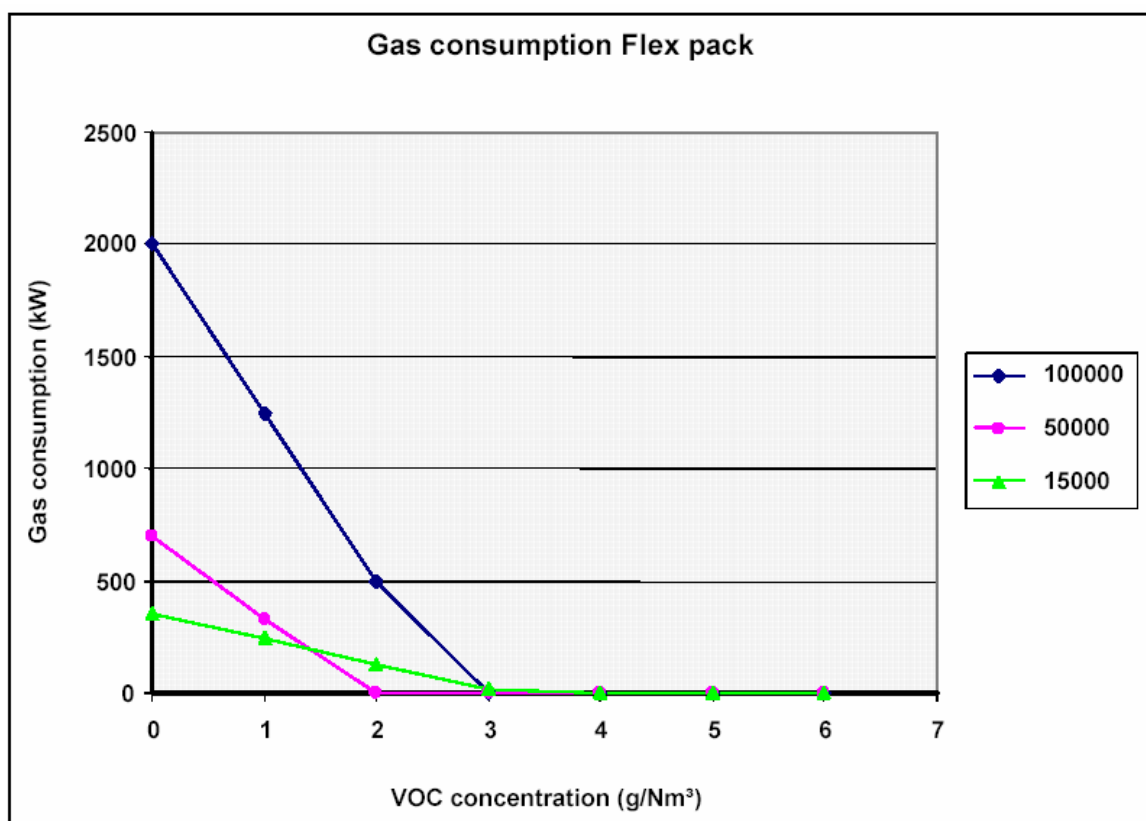


Figure 20.6 : Exemple de consommation de gaz en dessous du point autothermique pour l'emballage souple [112, Verspoor and manufacturer, 2005]

* **coûts-avantages de la consommation d'énergie pour contrôler les faibles émissions de solvant :** le BREF ECM présente des manières de calculer et d'interpréter les effets croisés pour les options alternatives de procédés en regroupant les émissions en sept effets environnementaux (thèmes). Ces effets peuvent être comparés en utilisant des échelles d'effet relatif pour les substances individuelles rejetées ou leurs toxicités (voir aussi la Section 20.10). Néanmoins, il est difficile de comparer un effet à l'autre, comme la formation d'ozone photochimique au potentiel de réchauffement global, et une évaluation approfondie des effets croisés est requise.

Une méthode alternative pour comparer ces différents effets est de comparer les coûts externes négatifs (les dommages ou les coûts sociaux marginaux négatifs), dans ce cas les dommages faits à l'environnement en incluant la santé humaine. Il se peut qu'il y ait moins de données disponibles pour cela, mais des données sont disponibles pour les émissions dans l'air (voir ci-dessous, dans cette section). Cette technique pourrait être utilisée pour comparer l'efficacité des différentes options. Par exemple, la combustion de combustible de support pour obtenir des émissions de COV inférieures dans les gaz résiduels peut être comparée à des mesures plus avancées pour réduire les émissions diffuses. Il est possible de calculer les tonnes de CO₂ rejetées par an pour brûler le combustible supplémentaire pour détruire une quantité connue (en tonnes) d'émissions de COV (par exemple en réduisant les niveaux d'émission de 10 à 3 mg de C/m³ pour un flux décrit de gaz résiduels). Celles-ci peuvent être multipliées par le coût social marginal adéquat puis comparées. La comparaison des dommages causés par le CO₂ et ceux des COV est très simple : les changements en NO_x doivent aussi être pris en compte (s'ils sont connus). De plus, la contribution en CO₂ provenant des COV brûlés doit aussi être ajoutée.

Des données récentes sur une gamme de coûts sociaux marginaux du changement climatique donne une estimation centrale de 20 à 25 EUR/t de CO₂ en 2000, augmentant à 34 EUR/t de CO₂ en 2020 (voir Annexe 24.8) [116, AEA, et al., 2005]. Le cours EUA du carbone était de 19 à 23 EUR/t de CO₂ durant l'été 2005, et a baissé jusqu'à 15 EUR durant l'été 2006. La plupart des études prédisent un EUA entre 5 et 10 EUR/t de CO₂ pour la période 2005 à 2007, et entre 10 et 25 EUR/t de CO₂ pour la période 2008 à 2012.

Des données provenant de l'évaluation des coûts-avantages pour CAFE (voir le BREF ECM) présentent les dommages des COV par tonne émise. La plage de valeurs moyennes selon les

différents types d'hypothèses pour l'Europe des 25 (excepté Chypre) est de 950 à 1400 EUR/t d'émission. Les valeurs les plus faibles et les plus élevées pour des pays individuels varient entre 140 et 4 000 EUR/t d'émission. Celles-ci utilisent une approche SOMO 35 avec différentes sensibilités d'analyse. Les pays varient en densité de population et en impacts de formation d'ozone de bas niveau, les chiffres nationaux et locaux pourraient donc être utilisés par des installations individuelles.

Lors de la comparaison de ces deux ensembles de données, il est important de garder à l'esprit que certains impacts peuvent être exclus et qu'il y a des hypothèses de modélisation et des incertitudes statistiques significatives. De plus, ces chiffres sont dérivés pour l'estimation des coûts et des bénéfices à des niveaux nationaux, européens ou internationaux, et peuvent ne pas bien s'appliquer au calcul pour une installation individuelle ou prendre en compte les normes de qualité environnementale locales.

À un niveau européen, une échelle des dommages moyens des COV comparés aux coûts d'une limite centrale de CO₂ donne une plage de 32 à 140 tonnes de CO₂ pour détruire une tonne de COV (40 000 à 175 000 m³ de gaz naturel), voir le Tableau 20.9. Néanmoins, ces ratios de coûts donnent un coût de destruction de la tonne de COV entre 14 000 et 63 000 EUR, ce qui excède les dommages marginaux des COV par tonne de 10 à 66 fois (sur la base d'un coût du gaz de 7,52 à 10,48 EUR par GJ en 2006). Deux pays (la Belgique et les Pays-Bas) utilisent un repère de coûts-avantages de 3 200 EUR et 4 500 EUR (respectivement) comme coût total par tonne de COV détruite. Cela indiquerait que ces comparaisons dépassent significativement la faisabilité économique de la combustion de cette quantité de gaz au niveau de l'Europe des 25. (Il se pourrait que le coût social marginal du CO₂ utilisé soit trop bas).

Ces valeurs ne prennent pas en compte les impacts du CO₂ et des NO_x dérivés de l'oxydation des COV.

Coûts sociaux marginaux du changement climatique EUR/t de CO ₂	Dommages marginaux des COV EUR/tonne d'émission	Tonnes de CO ₂ pour détruire 1 tonne de COV	Milliers de m ³ de gaz naturel pour détruire 1 tonne de COV*
10	950	95	119
10	1400	140	175
20	950	48	60
20	1400	70	88
30	950	32	40
30	1400	46	58
*Sur la base d'une densité du gaz naturel de 0,8 kg/m ³ à température et pression normales.			

Tableau 20.9 : Comparaison des coûts sociaux marginaux du changement climatique avec les coûts des dommages marginaux des émissions de COV (voir Annexe 24.8)

* **influence de la valeur limite pour le CO** : la valeur de CO à la sortie de l'incinérateur dépend principalement de la chambre de combustion, de la température et de la durée de traitement du rejet gazeux dans la chambre de combustion. Abaisser les niveaux de CO signifie :

- augmenter la température de la chambre de combustion (ce qui entraîne des coûts d'exploitation plus élevés). Généralement, il suffit d'augmenter la température de combustion à environ 850 °C. À des concentrations de COV proches du point autothermique ou supérieures à ce point, cela sera atteint automatiquement. L'influence totale sur les coûts d'exploitation et sur les coûts du capital au regard des niveaux inférieurs de CO peut être considérée comme négligeable.
- augmenter la taille de la chambre de combustion pour permettre une durée de traitement plus longue (cela entraîne des coûts d'investissement plus importants)

* **équilibre entre les réductions de CO, NO_x et COV** : Aucune donnée fournie.

* **maintenance** : voir Section 20.11.1.2 ci-dessous.

Avantages pour l'environnement : Des réductions de COV et des odeurs peuvent être obtenues en cas de traitement des gaz résiduels.

Effets croisés : La consommation d'énergie des systèmes d'extraction d'air peut être significative. L'énergie consommée pour atteindre des concentrations faibles de COV peut être significative. Le bruit peut être un facteur significatif. La combustion de 40 000 à 175 000 m³ de gaz naturel pour détruire 1 tonne de COV peut ne pas être une mesure durable.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Coûts-avantages de la consommation d'énergie pour contrôler les faibles émissions de solvant : la comparaison des coûts sociaux marginaux du CO₂ et de ceux des COV est en fait trop simpliste. Il y a des effets de synergies ainsi que d'anti-synergies entre la pollution de l'air et les émissions de gaz à effet de serre. Il est important de garder à l'esprit que certains impacts peuvent être exclus (par exemple réduire les émissions de CO₂ peut dans certains cas augmenter les émissions de NO_x, de SO_x et probablement les PM_{2.5}). Cela rend les coûts et les bénéfices difficiles à allouer. Il y a aussi des hypothèses de modélisation et des incertitudes statistiques significatives. De plus, ces chiffres sont dérivés pour l'estimation des coûts et des bénéfices à des niveaux nationaux, européens ou internationaux, et peuvent ne pas bien s'appliquer au calcul pour une installation individuelle ou prendre en compte les normes de qualité environnementale locales.

Aspects économiques : Voir Applicabilité ci-dessus.

Moteurs de la mise en œuvre :

- * extraction : santé et sécurité sur le lieu de travail
- * toutes les considérations : odeurs, DES, législation nationale.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004] [97, EIPPCB, 2005] [128, TWG, 2005, 165, ECN, 2005] [116, AEA, et al., 2005, 166, AEA et Institute, 2005] [67, EIPPCB, 2003]

ec.europa.eu/environment/air/cafe/activities

www.engineeringtoolbox.com/gas-density-d_158.html

Coûts énergétiques : Eurostat <http://epp.eurostat/ec.europa/eurostat>.

20.11.1.2 Maintenance du système

Description : Tous les systèmes de gaz résiduels nécessitent une maintenance, à la fois préventive et en cas de pannes. Les émissions non traitées peuvent être réduites au maximum :

- * en planifiant la maintenance (voir Section 20.2.6). Lorsqu'il est nécessaire d'arrêter des équipements clés de réduction des émissions (et cela peut inclure quelques jours de refroidissement avant que l'équipement ne puisse être touché), les émissions peuvent être réduites en procédant à une maintenance :
 - o durant les périodes de faible production ou sans production (par exemple les périodes d'arrêt pendant les vacances)
 - o durant les périodes où les émissions ont le moins d'impact, c'est-à-dire pour les émissions de COV, durant les périodes où les niveaux de lumière du soleil sont faibles, où il y a une faible probabilité d'inversion des couches, etc. Cela dépend du temps, de la période de l'année et des conditions locales
- * en surveillant les vibrations, les fuites d'émissions et en planifiant les réparations (comme ci-dessus) des équipements clés
- * en utilisant des systèmes de traitement décentralisés/dédiés de manière à ce que toute panne/réparation n'affecte que les systèmes en question (voir Section 20.11.1.6)
- * en traitant les pannes et les défauts détectés aussi rapidement que possible.

Avantages pour l'environnement : Réduction de l'ensemble des charges d'émissions. Généralement, les défauts des équipements d'incinération peuvent entraîner une augmentation des émissions de COV équivalente à 0,4 % de la consommation annuelle par jour, voir Section 2.4.2.5.4.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004].

20.11.1.3 Dérivation des pics d'émission (lissage des pics)

Description : Le flux d'air maximal de chaque sécheur est conçu pour faire face à la quantité maximale de consommation de solvants par unité de temps nécessitant d'être séchée (par exemple dans l'emballage souple, couverture à 100 % des substrats avec une épaisse couche de vernis). Le flux d'air maximal de l'installation est égal à la somme de tous les flux d'air maximaux provenant de chaque sécheur. Il s'agit d'une exigence théorique en matière de capacité de l'incinérateur (s'il n'y a pas de moyens permettant d'éviter les pics). Néanmoins, le flux d'air maximal pour l'installation entière est très rarement atteint car (a) la plupart des sécheurs n'ont pas besoin d'évacuer la quantité maximale de solvants pendant la majeure partie du temps d'exploitation, et (b) les machines sont au repos pendant des périodes significatives (dans l'emballage souple, à pleine capacité, les machines sont au repos 50 % du temps). Le résultat est que les derniers 20 % de capacité théorique de l'incinérateur ne sont quasiment jamais utilisés.

Avantages pour l'environnement : Une réduction significative de la consommation d'énergie, et comme la capacité nécessaire des équipements de réduction est plus faible, des ventilateurs plus petits sont nécessaires et une quantité moins importante de combustible supplémentaire est nécessaire pour faire fonctionner les équipements de réduction thermique.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Des simulations ont été réalisées dans une imprimerie virtuelle d'emballages souples avec une consommation de solvants d'environ 1 000 tonnes par an et un débit d'air maximal de 80 000 m³/h. Chaque étape du Tableau 20.10 ci-dessous représente un changement de capacité de 2 000 m³/h et un investissement marginal supplémentaire d'environ 20 000 à 30 000 EUR.

Capacité d'incinération en % du débit d'air maximal	Kg de solvant évités par an	Quantité de solvant évitée en % d'entrée de solvant de l'installation	Coût marginal de la réduction en EUR/t
92,5 – 95,0	240	0,024	24 000
90,0 – 92,5	990	0,099	5 800
87,5 – 90,0	1 290	0,129	4 470
85,0 – 87,5	2 270	0,227	2 560
82,5 – 85,0	4 040	0,404	1450
80,0 – 82,5	6 190	0,619	950
77,5 – 80,0	9 040	0,904	670

Tableau 20.10 : Émissions et coûts selon la capacité d'incinération [4, Intergraf and EGF, 1999]

Applicabilité : Cette technique peut être utilisée avec le lissage des pics en ajoutant des flux de gaz résiduels à faible concentration de solvants lorsque la capacité de traitement est sous-utilisée, voir Section 20.11.1.4.

La conception de l'équipement de réduction pour un flux de gaz résiduels inférieur au maximum est acceptable lorsque l'on s'attend à ce que la charge maximale ne soit atteinte que très rarement en exploitation. Dans ce cas, la possibilité de dépasser la charge maximale d'exploitation (et d'avoir besoin d'éviter les pics) peut être réduite par un système de gestion des machines.

De plus, les gaz résiduels non traités qui apparaissent lorsqu'il est nécessaire d'éviter les pics doivent être pris en compte dans le plan de gestion des solvants comme faisant partie des émissions totales de gaz résiduels. Cette technique peut ne pas être utilisable lorsque des valeurs limites d'émission de gaz résiduels sont appliquées, et par conséquent, cette technique n'est probablement utilisable qu'en cas d'utilisation d'un schéma de réduction.

Aspects économiques : Le BREF ECM fournit les dommages marginaux moyens (effets sur la santé inclus) par tonne de COV émis dans une plage allant de 950 à 2 800 EUR dans l'Europe des 25 : les coûts varieront selon la localisation et les calculs individuels peuvent atteindre 8 000 EUR dans certains pays.

Sur une base annuelle, le fait d'éviter moins de 1 % des émissions de solvant réduit le besoin de capacité et permet ainsi une économie allant jusqu'à 50 % de l'investissement et des coûts d'exploitation. Il peut être plus rentable de réduire les émissions diffuses de quelques pourcents plutôt que de développer un équipement de réduction pour la capacité de ventilation maximale.

Moteurs de la mise en œuvre : Coûts-avantages et SME, voir Section 10.1.2.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004] [97, EIPPCB, 2005] [128, TWG, 2005]

20.11.1.4 Exploitation de la surcapacité – lissage des variations

Description : Voir Section 20.11.2.4. Un traitement des gaz résiduels existant (par exemple des incinérateurs) n'est généralement pas utilisé à sa pleine capacité étant donné que la plupart du temps, l'un des modules de traitement de surface (presse, cabine de pulvérisation, sécheur, etc.) est au repos ou un certain nombre de sécheurs ne sont pas utilisés. Pendant ce temps, la capacité excédentaire peut être utilisée pour l'extraction locale décrite à la Section 2.4.2.5.2. Cela nécessite des conduites supplémentaires et un système qui protège l'incinérateur contre les surcharges en déviant ces flux d'air à faible concentration dans les rares cas où la pleine capacité est requise pour les presses.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de solvant. Une consommation d'énergie inférieure par rapport à l'extraction constante (voir Section 2.4.2.5.2).

Effets croisés : Les concentrations de solvants dans le flux d'air résultant doivent être surveillées. Elles seront moins élevées qu'avant et pourraient sortir de la plage de conception de l'incinérateur pour le fonctionnement autothermique et nécessiter une consommation supplémentaire de combustible.

Données d'exploitation : Mise en œuvre de la DES. Santé et sécurité sur le lieu de travail. Contrôle des niveaux d'exposition.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : La mise à niveau de ce système coûte plus de 100 000 EUR. Les coûts d'exploitation sont inférieurs et des coûts de capital supplémentaires (comme un incinérateur plus grand) peuvent être évités.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

20.11.1.5 Maintien de la concentration de solvant à traiter au moyen de commandes de fréquence variable

Description : La plupart des systèmes centraux de traitement des gaz résiduels utilisent un ventilateur à commande de fréquence variable pour moduler le flux d'air en fonction de l'évacuation provenant des équipements qui peuvent être en exploitation.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de solvant tout en réduisant au maximum la consommation d'énergie pour l'extraction et le support de combustion.

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : L'impression d'emballages souples est un procédé discontinu. Des presses peuvent être individuellement déconnectées 30 à 50 % du temps pour configuration ou changement. Pendant ce temps d'inactivité de la presse, si un oxydant dédié à une presse est utilisé, il doit continuer à brûler du combustible pour que la température soit maintenue.

C'est particulièrement important pour les oxydants thermiques régénérateurs, afin que seul de l'air chargé de solvant soit brûlé, et souvent le fonctionnement autothermique peut être entretenu sans qu'il soit nécessaire d'utiliser de combustible supplémentaire.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

20.11.1.6 Systèmes de traitement des gaz résiduels dédiés/décentralisés pour chaque point source

Description : Chaque ligne d'impression ou de peinture peut disposer d'un système de traitement des gaz résiduels dédié. Par exemple, s'il est intégré au(x) sécheur(s), le système permet d'utiliser le chauffage des gaz résiduels pour chauffer l'air dans les sécheurs.

Les presses ou les lignes de revêtement ne dépendent pas d'un système de traitement des gaz résiduels central. Par exemple, pour l'héliogravure d'édition, l'avantage que chaque presse dispose de son propre système dédié d'adsorption des gaz résiduels est que lorsque la couche de charbon actif doit être nettoyée, une seule presse est affectée. Le nettoyage d'un système d'adsorption central implique souvent plusieurs presses.

Avantages pour l'environnement : Par rapport aux systèmes de traitement des gaz résiduels communs, une plus grande efficacité d'élimination peut être atteinte. Cela est possible car la capacité du système de traitement correspond exactement à ce qui est requis sur la ligne d'impression ou de peinture. Réaliser des ajustements sur l'installation, par exemple en y ajoutant une presse ou une ligne de revêtement supplémentaire, est plus aisé avec des systèmes de traitement dédiés qu'avec un système central.

Lorsqu'elle est intégrée dans le sécheur, cette technique réduit les pertes calorifiques et ainsi la consommation d'énergie, la chaleur rejetée pouvant être utilisée très efficacement.

Les effets d'une panne ou de la maintenance peuvent être réduits.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Voir Description ci-dessus.

Applicabilité : Utilisé dans les imprimeries d'héliogravure d'édition. Applicable aussi dans les procédés d'impression sur rotative offset à sécheur thermique, car une presse dispose seulement d'un sécheur qui peut être intégré à un traitement des gaz résiduels et l'économie d'énergie sur le sécheur peut compenser l'investissement supplémentaire. Dans les deux cas, cela n'est applicable qu'aux nouvelles presses.

Cette technique est utilisée comme technique standard dans l'industrie automobile.

Non appliqué dans les installations d'impression par héliogravure d'emballage, où les systèmes d'adsorption sont centralisés et disposent de plusieurs adsorbants. Chaque adsorbant peut être fermé individuellement pour maintenance sans affecter les émissions et le déroulement du tirage.

Non appliqué dans l'industrie du prélaquage en continu.

Aspects économiques : Cette technique est plus coûteuse qu'un système central de traitement des gaz résiduels ; néanmoins, selon le système existant, les économies d'énergie peuvent être significatives. L'installation d'un système de traitement des gaz résiduels dédié sur une nouvelle presse est plus économique que l'expansion d'un système de traitement existant.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Exemple d'installation : Volkswagen AG, Wolfsburg, Allemagne.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [54, BMLFUW Austria, 2003] [13, DFIU and IFARE, 2002] [128, TWG, 2005]

20.11.1.7 Traitement central des gaz résiduels

Description : Dans l'industrie de l'emballage souple, il n'y a aucun avantage à utiliser un traitement des gaz résiduels dédié. Les presses sont équipées de 8 à 12 sécheurs et chaque sécheur des différentes presses est dirigé vers un traitement thermique central. La raison est que les équipements de contrôle des émissions pour chaque presse individuelle doivent généralement être situés sur le toit juste au-dessus de la presse. Les limitations de résistance du plafond empêchent l'utilisation d'équipements plus grands et plus lourds. Un système central de traitement des gaz, par exemple un oxydant thermique régénérateur, placé de manière adjacente au bâtiment, peut être construit à la taille adéquate pour des temps de séjour plus longs et des efficacités thermiques supérieures.

L'impression d'emballages souples est aussi un procédé très discontinu. Les presses individuelles peuvent être déconnectées 30 à 50 % du temps pour configuration ou changement. Pendant cette période d'inactivité de la presse, un oxydant spécifique à la presse doit continuer à brûler du combustible pour que la température soit maintenue. La plupart des systèmes centraux de traitement des gaz résiduels utilisent un ventilateur à commande de fréquence variable (voir Section 20.11.1.5) pour moduler le flux d'air en fonction de l'évacuation provenant de n'importe quel nombre de presses pouvant être en exploitation. Comme l'oxydant thermique régénérateur ne brûle que de l'air chargé de solvant, il peut souvent entretenir un fonctionnement autothermique, sans qu'aucun combustible supplémentaire ne soit nécessaire.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [54, BMLFUW Austria, 2003] [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

20.11.2 Confinement et collecte des gaz résiduels

Cette section décrit le confinement et la collecte des gaz résiduels provenant des applications de revêtement et des procédés de séchage. La manipulation et le séchage des solvants sont présentés à la Section 20.2.2.1. Le choix des systèmes de collecte et de traitement est aussi présenté dans le BREF CWW [67, EIPPCB, 2003].

20.11.2.1 Encapsulage/encoffrement

Description : Des parties de la machinerie ou des lignes entières peuvent être encapsulées/encoffrées pour éviter le rejet d'émissions diffuses. L'encoffrement peut aussi servir à la santé et à la sécurité sur le lieu de travail, pour réduire les risques de blessures provenant de la machinerie ou pour réduire le bruit.

Avantages pour l'environnement : Réduit les émissions diffuses et le bruit. Réduit le volume d'air à extraire (et donc l'énergie utilisée) et réduit la taille du système et l'énergie utilisée pour le traitement des gaz résiduels.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Largement applicable pour, par exemple, les machines d'impression par héliogravure d'édition.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004, 128, TWG, 2005].

20.11.2.2 Joints d'étanchéité à l'air à l'entrée et à la sortie des fours/sécheurs

Voir aussi les Sections 20.11.2.1 et 14.4.8.2.

Description : Les joints d'étanchéité à l'air à l'entrée et à la sortie du four/sécheur aident à prévenir les émissions diffuses.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions diffuses.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Communément appliqué dans l'industrie du prélaquage en continu. Les sécheurs nécessitent généralement une pression négative (voir Section 20.11.2.3).

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.2.3 Pression négative dans le séchage

Voir aussi les Sections 20.11.2.1 et 14.4.8.2.

Description : Les fours/sécheurs sont maintenus à une pression négative pour réduire la fuite des COV. Généralement, le volume d'injection d'air constitue 70 à 75 % du volume expulsé.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions diffuses de COV. La pression négative permet à l'air de s'écouler dans le four et favorise le captage des vapeurs de COV du revêtement humide entrant dans le four.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Nécessite un système d'extraction.

Applicabilité : Communément appliqué dans l'industrie du prélaquage en continu.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004]

20.11.2.4 Extraction d'air provenant des procédés de revêtement

Description : L'air peut être extrait de la machinerie d'application utilisée dans le procédé principal, comme dans les presses d'impression, les lignes de prélaquage en continu ou les lignes de revêtement automobile. Les équipements d'application peuvent être ouverts (en réalité, l'extraction provient de l'ensemble de la pièce : cela est utilisé dans certaines industries pour des raisons de santé et de sécurité) ou partiellement ou entièrement encoffrés. L'air extrait peut être traité.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions diffuses de solvant.

Effets croisés : L'extraction requiert de l'énergie. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : La zone où les matières premières à base de solvants sont mélangées, par exemple pour parvenir à une certaine viscosité ou couleur, peut être équipée d'un système d'extraction, et l'air chargé de solvant est dirigé vers un système de traitement des gaz résiduels.

Applicabilité : Applicable en général.

En flexographie et héliogravure d'emballage, l'air est extrait des zones de mélange des encres, mais n'est pas incinéré normalement.

Dans l'emballage souple, les machines modernes de vernissage peuvent être totalement encapsulées et sont alors ventilées par des sècheurs à pression négative. Toutes les émissions sont envoyées vers un incinérateur.

Dans les installations de prélaquage en continu, les émissions provenant de l'équipement du procédé, qui sont insignifiantes en comparaison avec l'exploitation des sècheurs, sont ventilées directement dans l'air. En raison du volume important du flux d'air impliqué, d'importantes quantités d'énergie seraient requises pour réduire le flux d'air. L'utilisation d'énergie excéderait le bénéfice environnemental qui pourrait être tiré de cette réduction. L'air provenant des sècheurs (et du revêtement dans les nouvelles installations) est extrait et séché par oxydation thermique.

Pour le revêtement de grands composants, comme les cellules d'avions et les coques de bateaux, le confinement et l'extraction peuvent être impraticables.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.2.5 Extraction d'air provenant des procédés de séchage

Description : Les sècheurs et les fours sont équipés de systèmes d'extraction d'air dirigeant les émissions de solvant vers le traitement des gaz résiduels.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions diffuses de solvant.

Effets croisés : L'extraction nécessite de l'énergie. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Applicable en général.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004]

20.11.2.6 Extraction d'air provenant de la zone de refroidissement

Description : Après le séchage/durcissement, le refroidissement peut se faire. La zone où le refroidissement est réalisé peut être encoffrée. Les gaz résiduels contenant du solvant peuvent être extraits puis dirigés vers les équipements de réduction.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions de COV.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Communément appliqué dans les installations de prélaquage en continu (voir Section 14.4.8.7).

Aspects économiques : Des coûts importants sont impliqués.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004], [76, TWG, 2004]

20.11.2.7 Extraction d'air provenant des procédés de nettoyage

Description : Les zones où les pièces des machines et l'équipement sont nettoyés, soit à la main, soit automatiquement, sont équipées d'un système d'extraction d'air dirigeant les émissions de solvant vers le traitement des gaz résiduels.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions diffuses de solvant.

Effets croisés : Les systèmes d'extraction nécessitent de l'énergie. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : La machinerie pour le nettoyage peut être utilisée occasionnellement ou à des intervalles irréguliers. La connecter aux équipements de réduction peut nécessiter une capacité supplémentaire qui est rarement utilisée.

Applicabilité : Voir Section 20.9.

Le nettoyage manuel utilise une concentration de solvant très faible et une extraction peut être nécessaire pour rester en dessous de la LEP. Généralement, il n'est pas pratique d'envoyer ces gaz résiduels à faible concentration vers un incinérateur.

Nettoyage automatique : la ventilation des machines de nettoyage est requise avant l'ouverture de la machine. On y trouve des concentrations très élevées, mais durant une courte période. Il est généralement pratique de les envoyer vers un incinérateur, en particulier lorsque le système de traitement des gaz résiduels n'est pas totalement utilisé. Ce système est utilisé dans les installations d'impression d'emballage car elles sont normalement équipées d'un système de traitement des gaz résiduels.

Non applicable dans l'industrie du fil de bobinage à cause du point d'ébullition élevé des solvants dans l'email.

Aspects économiques : Les coûts dépendent du système d'extraction existant et de la capacité de la technique de traitement des gaz résiduels. La mise à niveau peut, par conséquent, être très coûteuse. Néanmoins, de petits incinérateurs pourraient être adaptés sur les machines de nettoyage automatique.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.2.8 Extraction d'air provenant du stockage des matières premières et des déchets

Description : Pour des raisons de sécurité, les nouveaux magasins de stockage de matériaux, les déchets contenant des solvants, par exemple les chiffons contaminés et les résidus à base de solvants stockés dans des conteneurs (voir Section 20.2.2.1) peuvent avoir un/des point(s) d'extraction d'air individuel(s). Le point d'extraction devrait être situé à un niveau bas, les vapeurs de solvant étant plus lourdes que l'air.

Avantages pour l'environnement : Réduction des émissions diffuses si les gaz résiduels sont traités.

Effets croisés : Le niveau sonore peut augmenter. La consommation d'énergie nécessaire à l'extraction augmente.

Données d'exploitation : Communément appliqué dans les imprimeries par héliogravure d'édition.

Applicabilité : Applicable dans les imprimeries nouvelles et existantes et dans tous les systèmes de stockage clos de déchets contenant des solvants. Que l'air extrait soit dirigé vers le traitement des gaz résiduels dépendra du volume et de la concentration. Les concentrations de COV sont généralement faibles.

Aspects économiques : Les coûts sont faibles comparés au coût total du système de récupération de solvant. Les économies pour chaque kg de toluène récupéré sont d'environ 0,50 EUR. La capacité additionnelle nécessaire coûte néanmoins de l'argent. Le coût par kg non émis est élevé.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.3 Prétraitement, filtration et épuration

20.11.3.1 Augmentation de la concentration interne de solvant

Description : Permettre à l'air chargé de solvant de circuler dans les sècheurs ou dans les cabines de pulvérisation (après une séparation des particules et une déshumidification suffisantes) augmentera la concentration de solvant dans l'air et, par conséquent, augmentera l'efficacité de la réduction de solvant du système de traitement des gaz résiduels. C'est ce que l'on appelle également la « concentration interne ».

La réduction du flux d'air est limitée par le besoin d'éviter les risques d'incendie et d'explosion : plus faible sera le flux d'air, plus élevée sera la concentration de solvant et donc plus le risque d'incendie et d'explosion sera élevé. Un prérequis pour l'application de cette technique dans les sècheurs est donc l'installation d'un contrôle de limite d'explosion plus faible pour assurer que le taux de ventilation dans les sècheurs est conçu de manière à ce que les concentrations maximales de solvant qui peuvent se présenter n'excèdent pas un certain pourcentage de la LIE des solvants concernés.

Le Tableau 20.11 montre les % de la LIE qui sont considérés comme sûrs dans l'impression d'emballages souples :

Situation	% maximum de la LIE
Sècheurs chauffés par une flamme nue ou à l'électricité	25
Sècheurs chauffés par une flamme nue ou à l'électricité avec des éléments de sécurité importants	50
Sècheurs chauffés par de l'huile thermique ou de la vapeur d'eau	50

Tableau 20.11 : Niveaux maximum autorisés de LIE dans les sècheurs dans l'impression d'emballages souples
[4, Intergraf and EGF, 1999]

À part la concentration interne, une concentration « externe » est aussi possible en appliquant, par exemple, une étape d'adsorption avant l'incinération ; voir Section 20.11.6.1.

Avantages pour l'environnement : Dans les installations de flexographie ou d'héliogravure d'emballage, où aucune mesure n'a été mise en place pour réduire le flux d'air provenant des sècheurs, la concentration moyenne de solvant dans l'air rejeté ne peut pas être supérieure à 1 à 2 g/m³.

Pour les solvants comme l'éthanol, l'acétate d'éthyle ou la MEC, la LIE, aux températures adéquates d'exploitation, est aux alentours de 50 g/m³. Un niveau de 25 % de la LIE sera aux alentours de 10 ou 12 g/m³. Il s'agira de la concentration maximale dans chaque sécheur individuel, et cette concentration ne peut être atteinte au même moment dans tous les sècheurs. Lorsque des mesures ont été prises pour réduire le flux d'air, la concentration moyenne de solvant peut monter à 4 - 6 g/m³. Ces niveaux permettent une incinération régénérative sans ajout supplémentaire de combustible.

Consommation d'énergie réduite à basse température, l'air étant déjà chauffé et retenant la chaleur résiduelle, par conséquent l'air recirculé a besoin de moins d'énergie pour atteindre la température d'air optimale (dans la cabine).

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Lorsque le coût des équipements de réduction n'est pas un problème, d'importantes marges de sécurité sont souvent employées. Celles-ci, néanmoins, nécessitent d'être réévaluées lorsqu'un investissement dans l'équipement de réduction est nécessaire. La marge de sécurité détermine le flux d'air maximal et, par conséquent, la taille minimale des équipements de réduction.

Il a été rapporté que la recirculation sans contrôle actif de la LIE peut être réalisée. La recirculation maximale autorisée dépend des réglementations de sécurité. Souvent, 25 % de la LIE est autorisé lorsque le chauffage est réalisé par vapeur d'eau ou huile thermique. Lorsque le chauffage est électrique ou à la flamme nue, les règles peuvent être plus strictes.

Dans l'industrie automobile, une recirculation plus importante peut être obtenue dans les ateliers de peinture aqueuse, la teneur plus faible en solvant signifiant que la limite d'exposition professionnelle (dans les cabines manuelles) ou la limite d'explosivité (dans les cabines automatiques) prend plus de temps à être atteinte. Néanmoins, la recirculation peut être restreinte par les paramètres d'exploitation plus stricts concernant la température et l'humidité requises dans les cabines de pulvérisation aqueuse.

Applicabilité : Dans les situations où des concentrations faibles de solvant sont combinées à des débits importants de flux d'air, une certaine concentration de solvant est nécessaire pour le traitement économique. Augmenter la concentration de solvant dans le flux d'air est applicable aux sècheurs et aux cabines de peinture traditionnels.

Pour les sècheurs, cette technique est couramment appliquée dans les procédés d'héliogravure d'édition (pour améliorer la récupération de toluène), la flexographie et l'héliogravure d'emballage, et dans l'industrie automobile. Dans l'héliogravure d'édition, les nouvelles presses ont des flux d'air tellement importants que l'expansion des installations de récupération existantes n'est pas rentable. De plus, les permis pour les nouvelles presses tendent à avoir des VLE plus strictes, ce qui s'ajoute à la difficulté d'agrandissement des installations de récupération existantes.

Cette technique est couramment appliquée dans la fabrication des abrasifs, où la vitesse maximale de la chaîne de production est à 50 % de la LIE de la substance présentant le point d'éclair le plus bas : la vitesse de la ligne est contrôlée électroniquement à ce niveau.

Aspects économiques : Le coût de l'augmentation des concentrations de solvants et de réduction du flux d'air dépend non seulement de l'âge et de la construction des presses, mais aussi de l'importance de la réduction devant être atteinte. Lorsque la réduction au point de rejet est installée, il est généralement sage de réduire le flux d'air jusqu'à ce que le coût marginal des réductions supplémentaires soit égal au coût marginal de la capacité additionnelle des équipements de réduction. Pour les incinérateurs utilisés dans les installations d'impression, il est d'environ 10 - 15 EUR par m³/h.

La réduction des flux d'air réduit aussi la consommation d'énergie. Comme une quantité moins importante d'air est utilisée, moins d'air doit être chauffé. Dans les cas où les températures de séchage sont peu élevées (40 à 60 °C), ces économies ne garantissent généralement pas l'investissement en elles-mêmes.

Moteurs de la mise en œuvre : Un investissement de capital plus faible, des coûts d'exploitation des équipements de réduction plus faibles et des besoins plus faibles en matière d'énergie.

Installations de référence : Les installations Ford en Europe. Toutes les presses modernes d'héliogravure d'emballage.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [4, Intergraf and EGF, 1999] [12, UBA Germany, 2002] [13, DFIU and IFARE, 2002] [68, ACEA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.3.2 Augmentation de la concentration externe de solvant

Description : La concentration de solvant dans l'air peut être augmentée par un flux circulaire continu de la cabine de pulvérisation ou du sécheur via les équipements d'adsorption. Ces équipements peuvent inclure :

- * un adsorbent à lit fixe avec du charbon actif ou des polymères zéolites
- * un adsorbent à lit fluidisé avec du charbon actif
- * un adsorbent à rotor (concentrateur à roue) avec du charbon actif

Avantages pour l'environnement : Une transmission de la charge de solvant dans un courant d'air chaud externe est réalisée à un ratio de 1:6 à 1:30 (selon la concentration de gaz brut). Comparativement, un faible débit de gaz résiduels peut être rejeté de manière rentable par incinération ou par condensation en vue d'une réutilisation, comme solvant de nettoyage par exemple.

Effets croisés : Augmentation de l'utilisation d'énergie.

Données d'exploitation : Dans l'industrie automobile, le flux d'air doit être traité avant la phase d'adsorption pour retirer les particules ; dans le cas contraire, la fonction d'adsorption serait affectée. Un niveau inférieur à 1 – 3 mg/m³ est nécessaire, et peut être obtenu au moyen d'un certain nombre de techniques, dont :

- * électrofiltre humide
- * ventilation sous haute pression
- * filtres cassette.

Applicabilité : Cette technique est utilisée seulement lorsque le coût de l'augmentation de la concentration et de la réduction du flux d'air est inférieur au coût d'une capacité de traitement supplémentaire. Cela n'est pas applicable lorsque les concentrations sont suffisamment élevées pour une incinération autothermique.

Cela est généralement appliqué lorsque des flux d'air importants aux concentrations très faibles doivent être traités (par exemple 250 000 m³/h avec 0,25 g/m³) et, même à ces niveaux de flux, la rentabilité n'est pas assurée car les coûts d'exploitation sont augmentés (pour les ventilateurs, le chauffage et le refroidissement, etc.).

Cela est aussi limité à certains types de solvants. Ils doivent rejeter à partir de la zéolite vers le charbon à des températures raisonnablement basses, sans quoi ilsaturent le charbon et réduisent sa durée de vie.

Dans l'industrie automobile, cette technique est couramment utilisée pour les gaz résiduels provenant des cabines de pulvérisation à base de solvants. Cela peut être utilisé dans des cabines de pulvérisation à base d'eau, mais cela n'est généralement pas rentable à cause de la teneur réduite en solvant du flux d'air.

Cette technique est aussi couramment appliquée dans la fabrication d'adhésifs.

Les adsorbants à rotor (concentrateurs à roue) avec du charbon actif ou des polymères de zéolite subissent une réduction spectaculaire de leur efficacité lorsque les températures des gaz de solvant excèdent 38 °C. Les sécheurs sur des presses produisant des emballages souples présentent généralement des gaz résiduels expulsés à des températures excédant 38 °C. Cela fait des concentrateurs à rotor un choix peu judicieux pour l'industrie de l'emballage souple. Non utilisé dans l'héliogravure d'édition, l'impression offset à sécheur thermique et l'impression d'emballages souples.

Aspects économiques : Le coût de la concentration du solvant pour réutilisation par rapport à l'achat de matières signifie que la mise en œuvre de cette technique dépendra des conditions locales de coûts et du prix d'achat des matières vierges.

Moteurs de la mise en œuvre : Émissions réduites de COV et possibilité de réutilisation des gaz résiduels.

Installations de référence : Les installations Ford en Europe.

Littérature de référence : [68, ACEA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005].

20.11.3.3 Augmentation de la concentration d'air externe au moyen d'un plénum

Description : Un plénum est défini comme étant un espace rempli d'air dans une structure qui reçoit de l'air d'une soufflante pour distribution (comme dans un système de ventilation). Dans cette technique, c'est la partie essentielle du système pour la recirculation externe de l'air provenant des sécheurs afin d'augmenter la concentration de solvant et de réduire le volume net d'air à traiter par une technique de réduction.

L'air expulsé de plusieurs sécheurs, souvent de plusieurs machines de revêtement différentes, est envoyé vers une grande chambre : le plénum. Les sécheurs pompent une grande partie de leur air d'entrée dans cette chambre. Ils complètent l'air aspiré par de l'air ambiant à proximité de la machine de revêtement. Ainsi, une quantité plus importante d'air est envoyée au plénum que celle qui est prélevée par les sécheurs. L'excédent d'air provenant du plénum est envoyé à une technique de réduction au point de rejet.

La concentration de solvant dans le plénum est constamment mesurée. La concentration dans l'air du plénum extrait par les sécheurs peut augmenter jusqu'à près de 25 % de la LIE. Les sécheurs pompent suffisamment d'air frais ambiant pour que dans leur air rejeté, la concentration n'excède pas 25 % de la LIE. Lorsque la concentration dans le plénum devient trop importante pour cet objectif, une quantité plus importante d'air est extraite de celui-ci et le volume d'air dans le plénum est complété avec de l'air frais.

Le plénum est une alternative à la recirculation de l'air interne dans les sécheurs.

Avantages pour l'environnement : Le volume net d'air à traiter par la technique de réduction est fortement diminué. Le fonctionnement autothermique de la technique de réduction devient possible. La récupération d'énergie provenant de l'incinération devient possible.

Effets croisés : De l'énergie est aussi économisée car la quantité nette d'air à chauffer dans les sécheurs est réduite à la quantité pompée dans l'air ambiant.

Données d'exploitation : Lorsque les sècheurs sont appliqués sans aucune recirculation interne et que, autrement, la concentration de solvant en sortie ne serait pas supérieure à un ou deux grammes par m³, le flux d'air net à traiter par la technique de réduction peut être réduit jusqu'à 80 %.

Applicabilité : Applicable dans les situations où il y a de faibles concentrations de solvants en sortie de sècheur et où la recirculation interne de l'air du sècheur est techniquement impossible ou beaucoup trop coûteuse en raison du grand nombre de sècheurs dans l'installation. De telles situations peuvent se présenter par exemple lorsque plusieurs presses plus anciennes, flexo ou hélios, sont utilisées avec huit sècheurs ou plus chacune.

La température en entrée de tous les sècheurs sera identique. Cela peut causer des difficultés lorsque certains sècheurs nécessitent de fortes températures et d'autres non.

Aspects économiques : Le plénum n'est pas une technique bon marché. Lorsque la recirculation interne dans les sècheurs est possible et que le nombre de sècheurs est limité, le coût net de la recirculation interne combinée à un oxydant plus grand peut être moins coûteux.

Moteurs de la mise en œuvre : Lorsque cela est applicable (voir ci-dessus) et avantageux économiquement par rapport aux alternatives.

Installations de référence : LPF, Leeuwarden, Pays Bas.

Littérature de référence : [167, Verspoor and Sitmae Consultancy, 2005]

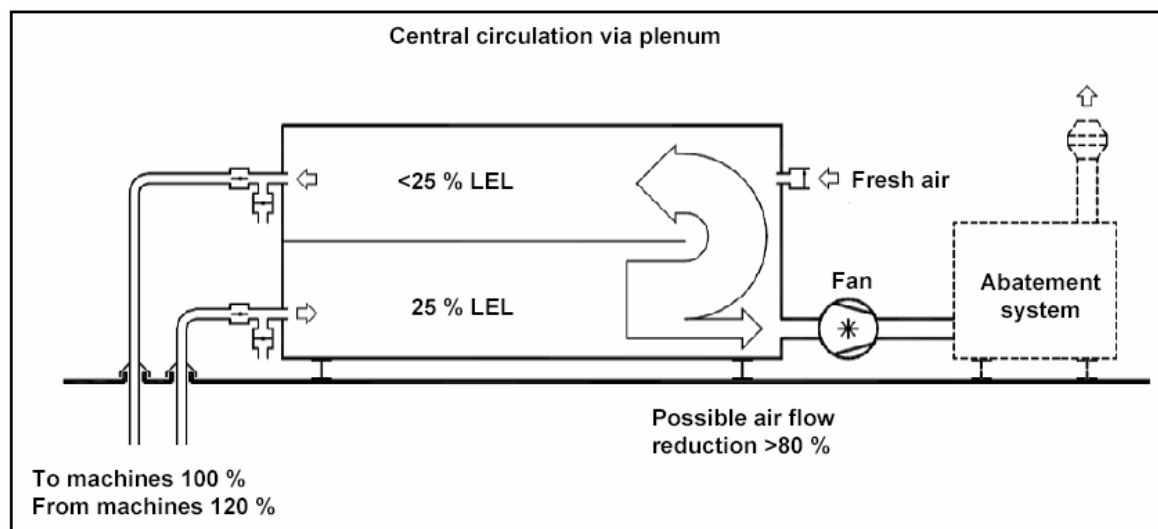


Figure 20.7 : Chambre de plénum

20.11.3.4 Filtration sur membrane

Description : Il s'agit d'une technique de concentration dans laquelle le gaz enrichi en COV circule à travers une membrane de filtration sélective organique.

Avantages pour l'environnement : Les COV dans le perméat enrichi en COV peuvent être récupérés, par exemple en appliquant une condensation (voir Section 20.11.5) ou une adsorption (voir Section 20.11.6).

Effets croisés : De l'énergie est requise pour le filtrage. Un rétentat apparaît, qui doit finalement être rejeté après un traitement plus poussé.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les membranes fonctionnent mieux sur des molécules spécifiques.

La technique n'est pas appliquée dans industrie du fil de bobinage, car les solvants ne peuvent pas être réutilisés dans le procédé. Non appliquée dans l'industrie de l'emballage métallique ou dans l'industrie automobile.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [60, ESIG, 2000] [76, TWG, 2004]

20.11.3.5 Séparation de particules Venturi

Description : Les gaz résiduels contenant des particules de peinture sont accélérés avec des gouttes d'eau en utilisant un système de Venturi. Un mélange intense prend place, suivi par la séparation des particules les plus lourdes. Si de la peinture à base d'eau est appliquée, la peinture séparée peut être réutilisée.

Avantages pour l'environnement : Une séparation des particules de plus de 99 % est obtenue, ainsi qu'une teneur en particules restantes $< 3 \text{ mg/m}^3$ (pour les nouveaux épurateurs) et $< 5 \text{ mg/m}^3$ (pour les épurateurs latéraux traditionnels) dans l'air vicié (voir Section 20.11.3.8).

L'efficacité du recyclage de la surpulvérisation se situe dans une plage de 50 à 90 %, selon le type de peinture traité.

Effets croisés : Le niveau sonore peut augmenter. Les gouttes d'eau résultent en une fraction des eaux usées.

Données d'exploitation : Lors de la pulvérisation de la peinture, une surpulvérisation apparaît normalement qu'il peut être nécessaire de capter et de traiter. Les systèmes de Venturi sont normalement appliqués comme étape de séparation primaire des matériaux de peinture. Cette séparation primaire est nécessaire afin d'assurer une exploitation sûre de l'installation entière, pour permettre la recirculation de l'air et pour respecter les exigences environnementales légales.

Applicabilité : Les systèmes de Venturi sont normalement appliqués comme étape de séparation primaire des matériaux de peinture.

Non appliquée dans l'industrie du fil de bobinage, la séparation n'étant pas nécessaire et la réutilisation étant impossible. Non appliquée également dans les ateliers de peinture des véhicules.

Les techniques de Venturi sont aussi des méthodes efficaces pour réduire la poussière.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Réduction des émissions de particules dans l'air.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [68, ACEA, 2004] [76, TWG, 2004]

20.11.3.6 Systèmes de filtre sec

Description : Les systèmes de filtre sec sont utilisés pour éliminer les particules des gaz résiduels. Les systèmes de filtre sec communément appliqués sont :

- * les filtres labyrinthes
- * les filtres papier
- * les textiles (filtres spécifiques pour la peinture)

Les filtres secs affichent de bonnes efficacités de séparation des particules de peinture dans l'air vicié, par exemple dans les cabines de pulvérisation. Néanmoins, ils ont des durées de vie significativement plus courtes pour la séparation des pulvérisateurs de peinture visqueuse que pour les autres types de poussière et requièrent des efforts de maintenance importants lorsqu'ils sont utilisés avec ces substances.

Avantages pour l'environnement : Les efficacités d'élimination des particules se trouvent dans une plage de 85 à 95 %. Les filtres labyrinthes atteignent couramment des efficacités d'élimination de 85 %, les filtres papier de 90 % et les « filtres-peinture » de 95 %.

Effets croisés : Le filtrage nécessite de l'énergie et génère des déchets et du bruit. Le risque d'incendie est plus important par rapport aux techniques de séparation par voie humide.

Données d'exploitation : Lors de la pulvérisation de la peinture, une surpulvérisation apparaît normalement qu'il peut être nécessaire de capter et de traiter. Les filtres secs pourraient être appliqués comme étape de séparation secondaire après le système de Venturi décrit à la Section 20.11.3.5. Le filtre sec pourrait servir de prétraitement pour la concentration de solvants (voir Section 20.11.3.2). La teneur en particules restante dépend de l'envoi direct ou non des gaz résiduels nettoyés à une installation de nettoyage des gaz résiduels. Pour une post-séparation des particules de peinture après les épurateurs de Venturi, des séparateurs supplémentaires de particules de peinture peuvent devenir nécessaires. En particulier, si un flux d'air recirculant ayant pour but de récupérer du solvant existe ou si une protection des pièces suivantes de l'installation (rotor, échangeur thermique) est requise, des méthodes de séparation secondaires sont appliquées.

Applicabilité : Les filtres secs sont de plus en plus appliqués pour la peinture du bois et du mobilier. Ils sont communément appliqués dans la fabrication des abrasifs. Ils sont aussi largement utilisés dans des activités associées, telles que le ponçage, la coupe et le sciage, etc.

Cette technique n'est pas couramment appliquée dans les grands ateliers de peinture de véhicules dans l'industrie automobile.

Aspects économiques : Les coûts d'investissement sont faibles, mais les coûts d'exploitation sont élevés.

Moteurs de la mise en œuvre : Santé et sécurité sur le lieu de travail.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [63, Vito, 2003] [68, ACEA, 2004] [12, UBA Germany, 2002] [67, EIPPCB, 2003, 76, TWG, 2004, 128, TWG, 2005]

20.11.3.7 Filtre électrostatique (précipitateur)

Description : Les filtres électrostatiques (précipitateurs) sont utilisés pour éliminer les particules des gaz résiduels. Les particules sont chargées dans un champ électrostatique et migrent vers les plaques de condensation. Elles sont supprimées dans des systèmes par voie humide, c'est-à-dire par nettoyage à l'eau.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Le niveau sonore peut augmenter. Avec des filtres électrostatiques par voie humide, on observe une production de déchets humides et d'eaux usées qui peuvent nécessiter un traitement.

Données d'exploitation : Lors de la pulvérisation de la peinture, une surpulvérisation apparaît normalement qu'il peut être nécessaire de capter et de traiter. Les filtres électrostatiques sont normalement appliqués comme étape de séparation secondaire après le système de Venturi décrit à la Section 20.11.3.5. Le filtre électrostatique pourrait servir de prétraitement pour la concentration de solvants (voir Section 20.11.3.2).

Applicabilité : Aucune donnée fournie sur l'utilisation réelle.

Ce système n'est pas appliqué dans l'industrie automobile, dans la fabrication d'abrasifs ou pour le revêtement de composants de bateaux et d'avions.

Aspects économiques : En général, il y a un coût plus élevé associé aux précipitateurs électrostatiques par rapport aux filtres secs, mais les coûts d'exploitation sont plus faibles.

Coût d'installation/d'investissement : de 60 à 300 EUR pour des systèmes de 30 000 à 200 000 Nm³/h.
Coûts d'exploitation : de 0,05 à 0,1 EUR par 1 000 Nm³/h pour les systèmes supérieurs à 50 000 Nm³/h.
Il faut tenir compte des coûts additionnels et des impacts environnementaux pour éliminer les boues, des coûts d'énergie (0,17 à 0,35 kWh/Nm³) pour les installations de base et de la consommation du ventilateur (0,17 à 0,5 kWh/Nm³ supplémentaires). Données publiées en 2004.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [67, EIPPCB, 2003, 68, ACEA, 2004] [76, TWG, 2004] [146, CEI-BOIS, 2006] [145, VITO, 2004]

20.11.3.8 Épurateur

Description : Les particules de peinture dans les gaz résiduels sont séparées dans les collecteurs épurateurs à courant d'air par mélange intensif de l'air vicié et de l'eau. Des épurateurs à l'eau peuvent aussi être utilisés pour éliminer la poussière et d'autres contaminants, comme les NO_x (voir Section 20.11.9.3).

Dans l'industrie automobile, un type spécial d'épurateur appelé épurateur de Venturi (basé sur le principe de Venturi) est utilisé pour obtenir un excellent mélange des particules dans l'eau. Celui-ci est utilisé sans aucun autre prétraitement pour la séparation de la surpulvérisation de peinture et de l'air effluent.

Avantages pour l'environnement : Réduction d'émissions de particules dans l'air. Dans les épurateurs à courant d'air, environ 90 % des particules sont séparées (après la séparation primaire décrite à la Section 20.11.3.5).

Effets croisés : Le filtrage nécessite de l'énergie et peut générer du bruit, des déchets et des eaux usées.

Données d'exploitation : Lors de la pulvérisation de la peinture, une surpulvérisation apparaît normalement qu'il peut être nécessaire de capter et de traiter. Les épurateurs sont normalement appliqués comme étape de séparation secondaire après le système de Venturi décrit à la Section 20.11.3.5. L'épurateur pourrait par la suite servir de prétraitement pour augmenter la concentration de solvants (voir Section 20.11.3.2). La teneur en particules restante dépend de l'envoi direct ou non des gaz résiduels nettoyés de la cabine de pulvérisation à une installation de nettoyage des gaz résiduels. Pour une post-séparation des particules de peinture après l'épurateur de Venturi, des séparateurs supplémentaires de particule de peinture peuvent devenir nécessaires. En particulier, si un flux d'air recirculant ayant pour but de récupérer du solvant existe ou si une protection des pièces suivantes de l'installation (rotor, échangeur thermique) est requise, les méthodes de séparation secondaires sont appliquées.

Applicabilité : Voir Description ci-dessus.

Cette technique n'est pas appliquée dans l'industrie du fil de bobinage.

Aspects économiques : Coût en capital : de 2 000 à 30 000 EUR par 1 000 Nm³/h (épurateur avec pompe de recirculation) ; le coût dépend fortement de l'application, par exemple du type d'impuretés présentes dans le gaz.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [145, VITO, 2004]

20.11.4 Oxydation

L'Annexe 24.9 propose un résumé des techniques de traitement des gaz résiduels (oxydation, adsorption, condensation et traitement biologique) et leur applicabilité. Une comparaison des efficacités d'élimination des techniques les plus largement utilisées est fournie pour différents types de solvants à différentes concentrations d'entrée. [148, TWG, 2006]

Lorsque du gaz naturel est utilisé comme combustible additionnel, des émissions de CH₄ non brûlé peuvent se présenter qui sont normalement inférieures à 50 mg/m³.

Si le mélange de solvant contient des éléments autres que H, C ou O, des sous-produits dangereux, toxiques et/ou corrosifs peuvent se former. Les solvants contenant des composés halogénés forment des fumées agressives. Lorsque ces fumées contiennent de l'azote, elles forment des NO_x et, lorsqu'elles contiennent du soufre, elles forment des SO_x. Les conduites et événements peuvent s'oxyder.

20.11.4.1 Combustible d'appoint dans le chauffage du procédé

Description : Les gaz résiduels à traiter sont envoyés vers un chauffage existant (par exemple une chaudière) comme air de combustion et combustible d'appoint.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de solvant sont traitées et les émissions de la chaudière ne changeront pas, car des solvants sont utilisés à la place du combustible.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Le prérequis pour l'utilisation d'une chaudière existante est qu'elle doit être opérationnelle et capable de recevoir des vapeurs à tout moment lorsque des vapeurs sont produites. Les chaudières fonctionnent généralement en continu, mais les charges de solvant peuvent être discontinues. De faibles niveaux peuvent être obtenus pour les solvants halogénés lorsque cela est requis ; néanmoins, des niveaux plus faibles de COV peuvent nécessiter du combustible additionnel.

La plage de concentration du gaz en entrée est seulement limitée par les valeurs maximales de la LIE et la plage de flux d'air qui peut être traité dépend de la capacité de la chaudière existante.

Cette technique permet de traiter tout type de solvant et mélange de solvants et aucun pré- ou post-traitement n'est requis ; néanmoins, l'application d'un contrôle correct du CO est pratique courante.

Applicabilité : Cette technique est aisée à appliquer et est particulièrement appropriée pour les chaudières existantes ayant une capacité suffisante et pour les procédés de production ayant une forte consommation d'énergie.

Non applicable aux solvants halogénés contenant du soufre ou de l'azote ou à d'autres solvants dangereux (voir Effets croisés ci-dessus).

Cela n'est pas appliqué dans l'industrie du fil de bobinage, dans les ateliers de peinture de véhicules, dans l'héliogravure d'édition (qui utilise une récupération de solvant), l'impression offset à sécheur thermique ou d'emballages souples (car il n'existe pas de chauffages ayant des capacités suffisantes).

Aspects économiques : Le coût augmente avec la distance entre le procédé et la chaudière ; néanmoins, ceci est en général une technique à coût faible.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [60, ESIG, 2000] [75, Jansen, 2005] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.4.2 Oxydation thermique

Description : Oxydation des COV dans une simple chambre d'oxydation par réaction chimique avec de l'oxygène provenant de l'air expulsé.

Avantages pour l'environnement : Une efficacité d'élimination $> 99 \%$ (moyenne sur 24 h) peut être obtenue ; néanmoins, cela dépend de la concentration en entrée. Les niveaux de concentration couramment obtenus après traitement se situent dans une plage de 20 à 50 mg de C/m³, et des niveaux encore plus faibles peuvent être obtenus. Des niveaux faibles peuvent être obtenus pour les solvants halogénés lorsque cela est requis ; néanmoins, des niveaux plus faibles de COV peuvent nécessiter du combustible supplémentaire.

Des niveaux maximaux pour le phénol et le formaldéhyde inférieurs à 20 mg/m³ ont été rapportés dans la fabrication d'abrasifs.

Cette technique est aussi utilisée pour la réduction des odeurs.

Effets croisés : Une quantité significative de combustible supplémentaire est nécessaire pour obtenir les températures de chauffage nécessaires : la consommation d'énergie est plus importante que l'oxydation récupérative et régénérative. Des émissions de NO_x, de CO et de CO₂ se produisent ; le niveau maximum pour chacune de ces substances est normalement inférieur à 200 mg/m³.

Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Les solvants dans les gaz résiduels sont normalement détruits à des températures comprises entre 680 et 750 °C. Cela assure une combustion quasiment complète de la charge de solvant. Les oxydants opèrent normalement avec des paramètres ajustés pour des émissions totales minimum équilibrées.

La plage de concentration du gaz en entrée est seulement limitée par les valeurs maximales de la LIE. La période de démarrage du système est de seulement cinq minutes. Il n'y a pas de limites à la température en entrée.

L'oxydant devrait fonctionner continuellement lorsqu'il est monté avec un système de revêtement, car le système de revêtement doit être maintenu au chaud. La quantité de combustible requise pour le maintenir chaud pendant les périodes de fonctionnement ralenti est une considération importante pour les systèmes ne fonctionnant pas en continu.

La concentration de poussière devrait être $< 3 \text{ mg/Nm}^3$, mais elle peut être plus importante en cas d'incinération de particules de poussière organique.

Les unités peuvent être intégrées dans le sécheur ou appliquées en tant que système central pour plusieurs sécheurs.

Après l'oxydation thermique, des concentrations de 10 mg de C/m³ dans le gaz propre sont obtenues dans l'industrie automobile.

Applicabilité : Particulièrement adapté à des concentrations importantes de COV (5 à 16 g/Nm³).

Des débits faibles à intermédiaires $< 25\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ peuvent être traités. Cette technique est appliquée de manière rentable à des débits situés dans une plage de 5 à 1 000 Nm³/h et est plus appropriée aux procédés discontinus, par exemple pour quelques heures par jour ou par semaine ou quelques semaines par an. Elle permet de traiter tout type de solvant et mélange de solvants et aucun pré- ou post-traitement n'est requis.

Elle est couramment appliquée dans la fabrication d'abrasifs, particulièrement dans les situations où la chaleur récupérée ne peut pas être utilisée. Cette technique est aussi appliquée dans l'industrie automobile et dans le revêtement de camions et de véhicules commerciaux. Elle était couramment appliquée dans les procédés d'impression offset à sécheur thermique ; néanmoins, de nos jours l'incinération régénérative lui est plutôt préférée.

Cette technique n'a pas été appliquée dans l'industrie du fil de bobinage.

Aspects économiques : En tant qu'investissement, cette technique présente le coût le plus faible pour un type d'oxydant. Néanmoins, les coûts de fonctionnement sont importants car une grande quantité de combustible supplémentaire est nécessaire. Capital important et augmentation des coûts d'exploitation de l'installation.

Moteurs de la mise en œuvre : Contrôle de la nuisance olfactive.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [35, Aminal, et al., 2002] [12, UBA Germany, 2002] [54, BMLFUW Austria, 2003] [13, DFIU and IFARE, 2002] [60, ESIG, 2000] [75, Jansen, 2005] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [145, VITO, 2004]

20.11.4.3 Oxydation thermique récupérative

Description : Le principe de destruction des solvants en les brûlant est le même que celui décrit à la Section 20.11.4.2. Néanmoins, de l'énergie est économisée car l'air chaud vicié est soit utilisé pour chauffer l'air froid chargé de solvants arrivant, soit renvoyé au procédé de séchage. Bien que des échangeurs thermiques soient utilisés, du combustible supplémentaire peut encore être nécessaire.

Avantages pour l'environnement : Une destruction d'environ 100 % des COV peut être obtenue et les niveaux d'émission couramment atteints sont $< 20 \text{ mg de C/m}^3$ (moyenne sur 24 heures) ou $< 30 \text{ mg de C/m}^3$ (moyenne horaire). Par rapport à l'oxydation thermique, 50 à 70 % de l'énergie peut être récupérée comme chaleur totale dans l'échangeur thermique.

Les niveaux habituels d'émission obtenus dans le revêtement et l'impression d'emballage métallique se situent dans une plage de 20 à 50 mg de C/Nm³. Dans ce secteur, et en particulier dans la fabrication de cylindres, une efficacité d'élimination couramment obtenue de 95 % avec un maximum de 97 % a été rapportée. Des concentrations de 10 mg de C/m³ dans le gaz propre sont obtenues dans les procédés de fabrication de voitures. Dans l'industrie du prélaquage en continu, les niveaux d'émissions habituellement atteints se situent dans une plage de 20 à 50 mg de C/m³.

Effets croisés : Des émissions de NO_x, de CO₂ et de CO sont rencontrées. Le niveau sonore peut augmenter.

Bien que cette technique utilise moins d'énergie que l'oxydant thermique (voir Section 20.11.4.2), elle continue à consommer une quantité considérable d'énergie si la concentration des COV en entrée est inférieure à la limite autothermique, qui est d'environ 2 à 3 g/m³. Le brûleur a toujours besoin d'une veilleuse (qui consomme de l'énergie).

Données d'exploitation : La plage de concentration du gaz en entrée est seulement limitée par les valeurs maximales de la LIE et avec des niveaux faibles de COV, une quantité plus importante de combustible est ajoutée. La température maximale en entrée est de 400 °C. Le contrôle de la température est nécessaire. La concentration de COV après traitement peut aussi être contrôlée en continu.

L'énergie relâchée par l'oxydant provient de la combustion à la fois du gaz et du solvant. À cause des températures importantes des émanations incinérées, une importante partie de l'énergie peut être récupérée dans les échangeurs pour utilisation dans :

- * le préchauffage des émanations avant l'incinération aux alentours de 500 °C (pour réduire la consommation de gaz dans l'incinérateur)
- * le préchauffage de l'injection d'air dans l'étuve à un maximum de 400 °C, en particulier dans le cas d'étuves à « convection d'air chaud » (pour réduire ou éliminer la consommation de gaz dans les étuves)
- * le chauffage d'eau (pour utilisation dans le procédé et/ou utilisation sanitaire)

Dans le cas de technologies telles que le séchage « par infrarouge » ou « par induction », il n'y a pas assez de données disponibles pour déterminer l'effet sur les exigences principales en matière d'énergie. Néanmoins, il est connu que les mêmes opportunités de récupération d'énergie n'existent pas.

Des niveaux inférieurs peuvent être obtenus pour les solvants halogénés lorsque cela est requis.

Applicabilité : Des débits faibles à intermédiaires $< 25\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ peuvent être traités. Cette technique est plus rentable lorsqu'elle est appliquée à des débits situés dans une plage de 1 000 à 15 000 Nm³/h et elle est plus appropriée pour des procédés continus et des gaz résiduels aux concentrations de solvants situées entre 6 et 12 g/m³. Elle permet de traiter tout type de solvant et mélange de solvants et aucun pré-

ou post-traitement n'est requis. Cette technique peut fonctionner à la fois en continu et en discontinu car sa période de démarrage est relativement courte, moins d'une heure.

Cette technique est aussi couramment appliquée dans :

- * l'industrie de l'impression, toujours avec du combustible supplémentaire
- * l'industrie du prélaquage en continu
- * l'industrie automobile
- * l'industrie de fabrication de cylindres
- * l'industrie de l'emballage métallique. Néanmoins, des concentrations de COV importantes peuvent causer des problèmes de qualité pour les revêtements de couleur, par exemple les blancs peuvent être décolorés.

Elle n'est appliquée que sporadiquement dans le revêtement des bateaux et n'est pas appliquée dans l'industrie du fil de bobinage.

Aspects économiques : Si les températures de fonctionnement sont $> 700\text{ }^{\circ}\text{C}$, l'usure du matériau due à la température peut réduire la durée de vie des échangeurs de chaleur à 8 – 12 ans. Les coûts d'investissement varient entre 150 000 et 250 000 EUR pour des installations au débit de $10\,000\text{ m}^3/\text{h}$.

Moteurs de la mise en œuvre : L'oxydation thermique récupérative est appliquée pour des raisons énergétiques, comme l'Accord de Kyoto.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [35, Aminal, et al., 2002] [12, UBA Germany, 2002] [13, DFIU and IFARE, 2002] [60, ESIG, 2000] [63, Vito, 2003] [75, Jansen, 2005] [76, TWG, 2004] [79, SEFEL, 2004] [58, ECCA, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.4.4 Oxydation thermique régénérative – lit double

Description : L'oxydant est un système de lit double dans lequel chaque lit est rempli de céramique. Un lit est utilisé pour préchauffer le flux de gaz à traiter ; l'autre est chauffé par les fumées qui proviennent de l'oxydation. Le flux est inversé régulièrement pour échanger les lits de préchauffage et de récupération de chaleur. Certains COV non brûlés sont émis pendant l'inversion.

Des oxydants régénérateurs qui reçoivent un gaz en entrée avec une concentration de COV supérieure au niveau autothermique sont appelés « oxydants sans flamme ». L'exploitation sans flamme peut aussi être réalisée en utilisant une injection directe de combustible (seulement avec les combustibles gazeux) et une concentration suffisante d'oxygène dans le gaz brut.

Avantages pour l'environnement : Ce système peut atteindre des niveaux d'émission situés dans une plage de 10 à 20 mg de C/Nm^3 (moyenne sur 24 heures) et des efficacités d'élimination situées dans une plage de 95 à 99,5 %. L'énergie générée en surplus peut être réutilisée et peut résulter en des économies d'énergie globales significatives.

Des concentrations de 10 mg de C/m^3 dans le gaz propre sont obtenues dans l'industrie automobile. En flexo et dans l'impression d'emballages, des niveaux situés dans une plage de 10 à 20 mg de C/Nm^3 peuvent être obtenus. À ce niveau, l'émission résiduelle est $< 0,5\%$ et l'efficacité d'élimination est logiquement $> 99,5\%$.

Dans la fabrication d'abrasifs, l'oxydant régénérateur peut généralement fonctionner de manière autothermique avec des concentrations de solvants supérieures à $2\text{ à }3\text{ g/m}^3$. À des volumes d'air vicié atteignant $66\,000\text{ Nm}^3/\text{h}$, les installations atteignent des valeurs d'émission $< 20\text{ mg de C/Nm}^3$ (valeur moyenne sur une demi-heure). Les niveaux maximum pour le phénol et le formaldéhyde sont inférieurs à 20 mg/Nm^3 .

Effets croisés : Aucun si comparé aux oxydants thermiques traditionnels. Les niveaux d'émission de CO, de CO₂ et de NO_x sont normalement inférieurs à 100 mg/m^3 . Les niveaux de CH₄ sont normalement inférieurs à 50 mg/m^3 .

L'incinération nécessite de l'énergie (gaz), principalement durant les opérations de démarrage.

Une faible formation de NO_x peut être obtenue en appliquant des températures faibles de combustion, dans une plage de 750 à 820 °C, ou même en dessous de 750 °C. La concentration générale d'émission obtenue est $< 50 \text{ mg/m}^3$.

Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Lorsque la concentration de solvant dans l'air à traiter se situe dans une plage de 1,5 à 3 g/m^3 , le système est autotherme et aucun combustible supplémentaire ne devra être ajouté. L'énergie thermique de l'air sortant du système de traitement des gaz résiduels est utilisée pour le chauffage du gaz brut en alternant les lits de transfert de chaleur. Avec des concentrations de 4 à 6 g/m^3 , la chaleur en surplus peut être récupérée et, par exemple, utilisée dans des procédés de production. Pour obtenir ces valeurs, la concentration du flux d'air du sécheur peut nécessiter une concentration telle que décrite dans la Section 20.11.3.1.

Le système est sensible à la présence de poussière dans l'alimentation car cela engorgera le lit de céramique, néanmoins un certain niveau de poussière combustible peut être accepté. La température est contrôlée et après le traitement, la concentration de COV peut aussi être contrôlée en continu.

Généralement, dans les installations de flexographie et d'héliogravure d'emballage, la quantité de chaleur en excès est plus importante que ce qui peut être utilisé. Les principaux consommateurs de chaleur sont les sécheurs sur les presses. L'oxydation d'un gramme de solvant peut chauffer un m^3 d'air à 25 °C environ. Il y a approximativement 3 à 4 g/m^3 disponibles : suffisamment d'énergie pour chauffer chaque m^3 à environ 75 à 100 °C. L'augmentation de la température requise pour le séchage de l'air est, néanmoins, de seulement quelques 30 °C environ. Cela signifie que, pour plus de la moitié de la chaleur récupérée, d'autres possibilités doivent être trouvées. Le surplus d'énergie est parfois vendu à des installations avoisinantes. La chaleur récupérée doit alors être transportée. Pour cela, la vapeur d'eau ou l'huile thermique sont adaptées. La plupart des sécheurs fonctionnent néanmoins avec une flamme de gaz nue ou de l'électricité. L'utilisation d'excédent de chaleur provenant de l'oxydant pour utilisation dans les sécheurs impliquerait le remplacement de tous les sécheurs : un investissement qui pourrait ne jamais être récupéré rien qu'avec la diminution des coûts de l'énergie.

Dans le revêtement et l'impression par emboutissage-étirage, l'excédent de chaleur peut être utilisé pour certaines opérations, par exemple dans le procédé de nettoyage et pour le chauffage de l'air entrant dans les sécheurs.

Dans le prélaquage en continu, les émanations sont oxydées dans des chambres doubles qui sont préchauffées tour à tour. Les chambres sont préchauffées par les émanations de la chambre en fonctionnement. Un brûleur à gaz est utilisé pour démarrer l'installation mais normalement dans des conditions qui ne sont pas continues. Cela peut traiter une concentration très faible de COV dans les émanations. L'énergie libérée par l'oxydant provient seulement de la combustion du solvant. En raison de l'efficacité énergétique de l'oxydant régénérateur, les températures de l'air expulsé sont faibles, réduisant l'opportunité de récupérer l'énergie. À cause du procédé, la part principale de l'énergie est récupérée pour l'oxydation elle-même, le reste de l'énergie pouvant être récupéré dans des échangeurs pour le préchauffage de l'injection d'air dans l'étuve (à une température faible) et pour le chauffage de l'eau (pour une utilisation par le procédé et/ou une utilisation sanitaire).

Applicabilité : La technique est couramment appliquée à un flux d'air dans une plage $> 1\,500 - 70\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ pour une unité à lit double. Pour des flux $> 70\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$, des systèmes à lits multiples sont plus économiques. La température maximale en entrée est de 400 °C. La concentration maximale de COV en entrée sera limitée à 25 % de la LIE pour des raisons de sécurité, généralement à 12 g/m^3 (pour des solvants comme le toluène, l'acétate d'éthyle ou l'éthanol avec des valeurs habituelles de LIE d'environ 40 à 50 g/m^3). La marge de sécurité est nécessaire pour prévenir les explosions dans les lits de céramique.

Néanmoins, pour atteindre une émission $< 20 \text{ mg de C/Nm}^3$ (efficacité d'élimination approximative : 98,75 %), une concentration de COV en entrée $< 1,5 \text{ g/m}^3$ est nécessaire.

Cette technique peut traiter tous les types de solvants et de mélanges de solvants. Néanmoins, pour des substances visqueuses, un « brûlage » régulier est requis. Avec des hydrocarbures de silicium, un nettoyage régulier est nécessaire et donc cela devrait être évité.

Cette technique est couramment appliquée, surtout dans les procédés continus. Lorsqu'elle est appliquée à des procédés discontinus, c'est normalement dans un mode en attente et à une certaine température. La période de démarrage dure entre une et quatre heures.

Les oxydants régénérateurs de ce type sont communément appliqués dans :

- * les installations de flexographie et d'héliogravure d'emballage
- * les imprimeries par rotatives à sécheur thermique
- * la fabrication d'abrasifs
- * le revêtement et l'impression d'emballages métalliques (sauf dans la fabrication de cylindres)
- * le prélaquage en continu
- * l'industrie automobile.

Cette technique n'est appliquée qu'occasionnellement dans les chantiers maritimes et n'est pas appliquée dans l'industrie du fil de bobinage.

Aspects économiques : L'investissement dans un oxydant régénérateur est plus important que celui dans un oxydant récupératif. L'investissement et les coûts opérationnels des équipements de réduction au point de rejet sont largement déterminés par le flux d'air maximal qui doit être traité. L'investissement peut être estimé comme : un minimum de 200 000 EUR pour une capacité allant jusqu'à 10 000 m³/h, plus entre 10 et 15 EUR pour chaque m³/h supplémentaire. Cela inclut un conduit de collecte centralisée, mais pas le coût de l'optimisation du flux d'air (voir Section 20.11.3.1). La consommation de combustible est faible, donc le ventilateur électrique détermine principalement les coûts d'exploitation. Les coûts d'exploitation sont d'environ 15 000 EUR par an pour traiter 10 000 m³/h.

La récupération et le transport de l'excédent de chaleur nécessitent un investissement supplémentaire. Cet investissement est tel qu'il peut seulement être récupéré avec des coûts d'énergie plus faibles, si toute la chaleur en excès peut effectivement être utilisée et si aucun investissement supplémentaire n'est nécessaire pour pouvoir utiliser cette chaleur.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : AMCOR Flexibles à Gand, en Belgique. HFP Bandstahl GmbH & Co KG à Bad Salzungen, en Allemagne.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003] [35, Aminal, et al., 2002] [12, UBA Germany, 2002] [13, DFIU and IFARE, 2002] [60, ESIG, 2000] [63, Vito, 2003] [75, Jansen, 2005] [76, TWG, 2004] [79, SEFEL, 2004] [58, ECCA, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.4.5 Oxydation thermique régénérative – à trois lits ou distributeur d'air rotatif

Description : Voir Section 20.11.4.4 pour la description de la technique, en revanche, à la place de deux lits (lit double), trois lits sont installés. Le troisième lit est appelé « lit de purge ». Des systèmes à lits multiples (à cinq ou sept lits) sont aussi disponibles. À la place des systèmes à lits multiples, des systèmes à récipient unique avec distributeur d'air rotatif sont disponibles. Les systèmes à récipient unique sont composés de plusieurs zones (lits ou sections).

Avantages pour l'environnement : Un système à trois lits ou un distributeur d'air rotatif permettent d'obtenir des niveaux d'émission situés dans une plage de 10 à 20 mg de C/Nm³ (moyenne sur 24 heures) et des efficacités d'élimination situées dans une plage de 98 à 99,9 % selon les concentrations en entrée et les conditions d'exploitation. Cela peut être obtenu car, comparé à un système à lit double, aucune émission de COV non traité n'apparaît à cause du changement de direction du flux de gaz. Par rapport à un oxydant traditionnel, une économie significative d'énergie est réalisée. Le surplus d'énergie généré peut être réutilisé.

Effets croisés : Par rapport à un oxydant traditionnel, de l'énergie est nécessaire pour alimenter les ventilateurs plus grands nécessaires pour diriger l'air aspiré à travers les échangeurs thermiques. Les niveaux d'émission de CO, de CO₂ et de NO_x sont normalement inférieurs à 100 mg/m³, et ceux de CH₄ sont normalement inférieurs à 50 mg/m³. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : La technique est couramment appliquée à des flux d'air situés dans une plage > 1 500 – 120 000 Nm³/h pour une unité à trois lits. Pour des flux > 70 000 Nm³/h, les systèmes à lits

multiples sont plus économiques. La température maximale en entrée est de 400 °C. La concentration maximale de COV en entrée sera limitée par la valeur de la LIE maximale, théoriquement 12 g/m³.

Le système fonctionne de manière autotherme avec des concentrations de COV situées dans une plage de 1,5 à 3 g/m³, mais il est aussi applicable avec des concentrations > 3 g/m³. Avec des concentrations supérieures au point autothermique, l'excédent de chaleur peut être récupéré et réutilisé.

Cette technique est couramment appliquée, surtout dans les procédés continus. Lorsqu'elle est appliquée à des procédés discontinus, c'est normalement dans un mode en attente et à une certaine température. La période de démarrage dure entre une et quatre heures.

Cette technique peut traiter tous les types de solvants et de mélanges de solvants. Néanmoins, pour des substances visqueuses, un « brûlage » régulier est requis. Avec des hydrocarbures de silicium, un nettoyage régulier est nécessaire et donc cela devrait être évité.

Le système est sensible à la présence de poussières dans l'alimentation ; néanmoins, un certain niveau de poussière combustible peut être accepté.

Applicabilité : Les oxydants régénérateurs de ce type sont communément appliqués dans :

- * les installations de flexographie et d'héliogravure d'emballage
- * les imprimeries offset à sécheur thermique
- * la fabrication d'abrasifs
- * le revêtement et l'impression d'emballages métalliques
- * le prélaquage en continu
- * l'industrie automobile.

Cette technique n'est appliquée qu'occasionnellement dans les chantiers maritimes et n'est pas appliquée dans l'industrie du fil de bobinage.

Aspects économiques : Par rapport au système à lit double, l'investissement supplémentaire est d'environ 25 %.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [60, ESIG, 2000] [63, Vito, 2003] [75, Jansen, 2005] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.4.6 Oxydation catalytique

Description : L'oxydation des COV est réalisée en présence d'un catalyseur (généralement du platine). À cause du catalyseur, les températures requises dans le procédé d'oxydation peuvent être réduites à 250 – 400 °C. Cependant, dans la fabrication de fils de bobinage, la température du procédé d'oxydation se situe dans une plage de 500 à 750 °C. La chaleur peut être récupérée et des échangeurs thermiques de type récupératif ou régénératif peuvent être appliqués.

Avantages pour l'environnement : Des efficacités d'élimination de 95 à 99 % peuvent être obtenues. La plage de concentration généralement obtenue est de 10 à 50 mg de C/Nm³. Par rapport à l'oxydation thermique (voir Section 20.11.4.2), moins de combustible supplémentaire est nécessaire. L'application d'un catalyseur en combinaison avec la récupération de la chaleur rejetée nécessite moins d'énergie que l'oxydation récupérative sans catalyseur, voir Section 20.11.4.3.

Les niveaux d'émission généralement obtenus dans la production de fils de bobinage sont de 5 g de COV/kg produit pour les fils de diamètres moyens de 0,10 mm, et de 10 g de COV/kg produit pour les fils de diamètres moyens inférieurs à 0,10 mm. Des valeurs légales limites d'émission de 20 mg de C/m³ ont été rapportées.

Dans l'industrie de l'impression, les efficacités d'élimination ci-dessus peuvent être obtenues dans les conditions suivantes : un débit de 1 000 à 3 000 Nm³/h ou plus et une concentration de COV > 1 - 2 g/Nm³. Les niveaux généralement obtenus dans l'impression offset à sécheur thermique (bien que

rarement utilisée aujourd'hui) et dans l'industrie du prélaquage en continu se situent dans une plage de 20 à 50 mg de C/Nm³.

Effets croisés : Les catalyseurs doivent être remplacés/rechargés périodiquement. Du combustible supplémentaire est nécessaire ; cependant, moins que pour l'oxydation thermique. Le niveau sonore peut augmenter.

Les niveaux d'émissions de CO et de NO_x généralement obtenus sont < 50 mg/m³.

Dans l'industrie du fil de bobinage, les niveaux d'émissions de NO_x rapportés sont d'environ 10 g/kg produit pour les fils de diamètres moyens supérieurs à 0,10 mm, et de 12,5 g/kg produit pour les fils de diamètres moyens inférieurs à 0,10 mm (voir Section 20.11.9). Cependant, cela dépend de la quantité de solvant utilisé contenant du N.

Données d'exploitation : Des concentrations de COV de plus de 5 g/Nm³ peuvent être traitées. Cette technique peut être appliquée à des flux d'air situés dans une plage de 10 à 30 000 Nm³/h. Cependant, elle est plus adaptée à des flux d'air discontinus jusqu'à 10 000 Nm³/h.

À des températures en entrée supérieures à 400 °C, aucun préchauffage n'est requis pour obtenir la température de départ du catalyseur. Normalement, l'huile n'est pas utilisée comme combustible, à cause de la teneur en soufre et de la toxicité relative au catalyseur.

Cette technique peut être exploitée en continu ou en discontinu, cependant, lorsqu'elle est utilisée en continu, la durée de vie du catalyseur est limitée à 15 000 – 25 000 heures.

Tout type de solvant et de mélange de solvants peut être traité. Cependant, la présence de contaminants qui pourraient empoisonner le catalyseur doit être vérifiée. Si la concentration en entrée est trop élevée, cela peut entraîner une surchauffe et endommager le catalyseur. Cette technique est aussi très sensible à la présence de poussière ou de gouttes d'eau dans l'alimentation et donc un prétraitement du flux d'air est nécessaire. Elle est aussi très sensible aux changements de concentration en entrée. Les hydrocarbures halogénés ou de silicium et les silicones peuvent aussi poser des problèmes.

Applicabilité : Cette technique, y compris la récupération de la chaleur rejetée, est couramment appliquée dans l'industrie du fil de bobinage. Elle est rarement utilisée dans l'industrie du prélaquage en continu. L'industrie automobile a testé cette technique, mais à cause de problèmes avec le colmatage, elle n'a pas été appliquée de manière générale.

L'oxydation catalytique est utilisée dans un nombre limité de cas dans l'industrie de l'impression, et seulement dans les procédés d'impression offset à sécheur thermique. De nos jours, dans ces situations, l'oxydation régénérative est préférée à l'oxydation catalytique.

Aspects économiques : Le problème habituel du coût de cette technique est que le catalyseur doit être échangé à la fin de sa durée de vie et cela ne peut être vérifié que par des mesures régulières. Cependant, les coûts sont généralement comparables à ceux d'un oxydant régénérateur.

Les prix ci-dessous sont représentatifs de l'industrie du bois flamande et basés sur des paramètres de fonctionnement théorique réalistes. Les fournisseurs d'équipements qui ont communiqué ces informations ont insisté sur le fait qu'il était impossible d'extrapoler les coûts des exemples sur la base des flux et des charges de COV, les chiffres sont donc purement indicatifs et valides à la date où les estimations ont été réalisées (novembre 2004).

Prix du devis du fournisseur A :

1. Flux : 15 000 Nm³/h

* concentration de COV en entrée : 1 500 mg/Nm³, émissions de COV : < 20 mg/Nm³

* prix : 325 000 EUR

2. Flux : 59 000 Nm³/h

* concentration de COV en entrée : 300 mg/Nm³, émissions de COV : < 50 mg/Nm³

* prix : 628 000 à 770 000 EUR

Prix du devis du fournisseur B :

Flux maximal : 15 000 Nm³/h

* concentration de COV en entrée : 1 500 mg/Nm³, émissions de COV : < 90 mg/Nm³

* prix : 300 000 EUR

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [35, Aminal, et al., 2002] [12, UBA Germany, 2002] [58, ECCA, 2004] [60, ESIG, 2000] [63, Vito, 2003] [64, EWWG, 2004] [75, Jansen, 2005] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [146, CEI-BOIS, 2006]

20.11.4.7 Oxydation par UV

Description : L'air chargé de solvant est dirigé vers une série de lampes UV. Les molécules de COV sont fragmentées par l'énergie à longueur d'onde courte et de l'ozone est formé à partir de l'oxygène. L'ozone réagit avec les molécules de COV fragmentées qui l'oxydent partiellement. L'unité suivante contient un agent catalytique (principalement du TiO_2), l'oxydation de l'ozone et des molécules de COV se poursuit et l'excédent d'ozone est détruit.

Avantages pour l'environnement : Pour des gaz résiduels aux concentrations de COV de $0,5 \text{ g/Nm}^3$, l'efficacité d'élimination est d'environ 95 %. Des concentrations de COV dans les gaz résiduels traités de 25 à 50 mg/Nm^3 peuvent être obtenues.

Effets croisés : La consommation d'énergie provenant des lampes et des ventilateurs d'évacuation est au total de 50 kWh par $1\,000 \text{ m}^3$ de gaz résiduels traités. Les lampes émettent de l' O_3 (qui est détruit), et contiennent du mercure qui doit être rejeté avec les précautions adéquates. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : La température des gaz résiduels ne devrait pas excéder 60°C et l'humidité devrait être inférieure à 85 %.

La technique a été dans un premier temps développée pour réduire les odeurs et pour la destruction de substances toxiques. Cependant, elle est de plus en plus utilisée pour la destruction complète des COV, en particulier dans les gaz résiduels contenant des concentrations faibles (en moyenne $< 0,5 \text{ g/Nm}^3$ avec des pics occasionnels $< 1,0 \text{ g/Nm}^3$).

Applicabilité : Applicable dans l'industrie de la peinture du bois et des meubles lors de l'application de peintures à base de solvants. Cependant, cette technique n'est actuellement pas appliquée dans cette industrie.

Pas appliquée dans les ateliers de peinture de véhicules.

La technique est actuellement appliquée dans l'industrie métallurgique et en électronique pour traiter les émissions de COV des cabines de pulvérisation lorsque des peintures à base de solvants sont utilisées.

Aspects économiques : Dans une installation pouvant traiter plusieurs $10\,000 \text{ m}^3/\text{h}$, les coûts d'investissement s'élèvent à environ 5 000 à 7 000 EUR par $1\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ de gaz résiduels. Après 8 000 heures, les lampes UV doivent être remplacées ; les coûts varient entre 0,06 et 0,2 EUR environ par $1\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ de gaz résiduels. Les coûts d'énergie s'élèvent à environ 4 EUR par $1\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ de gaz résiduels. Les coûts d'exploitation (y compris les lampes, l'énergie et le catalyseur) se situent dans une plage de 3 à 25 EUR par kg de COV supprimé.

Dans les situations spécifiques où cette technique est utilisée, l'oxydation par UV a été rapportée comme étant plus économique que l'adsorption sur charbon actif ou tout type d'oxydation thermique. Cependant, aucune donnée n'existe pour confirmer que cela s'applique à des installations IPPC.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [35, Aminal, et al., 2002] [13, DFIU and IFARE, 2002] [60, ESIG, 2000] [63, Vito, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005].

20.11.5 Condensation

L'Annexe 24.9 propose un résumé des techniques de traitement des gaz résiduels (oxydation, adsorption, condensation et traitement biologique) et leur applicabilité. Une comparaison des efficacités d'élimination des techniques les plus largement utilisées est fournie pour différents types de solvants à différentes concentrations d'entrée. [148, TWG, 2006]

Le gaz enrichi en COV est refroidi au point où une portion significative des vapeurs se condense. Les solvants lourds et peu volatils peuvent être récupérés à température ambiante ; les solvants très volatils ont besoin d'être refroidis bien au-dessous de 0 °C pour une récupération de 95 % ou plus. Un refroidissement aussi bas présente l'inconvénient important de générer des coûts d'énergie élevés et que les éléments de refroidissement gèlent à cause de l'eau. Un refroidissement juste au-dessus de 0 °C évite la formation de glace, mais condense l'eau, qui peut finir dans le solvant récupéré, nécessitant alors une déshydratation coûteuse.

Généralement, dans les procédés de condensation, les solvants peuvent être réutilisés. Les différentes techniques de condensation sont décrites dans les sections suivantes.

20.11.5.1 Refroidissement direct

Description : Le gaz enrichi en COV est refroidi par contact direct avec un flux froid dans un épurateur. La technique de sorption froide combine les effets de l'absorption et de la condensation par contact direct.

Avantages pour l'environnement : Les COV peuvent être récupérés et éventuellement réutilisés. L'efficacité d'élimination est plus élevée sur des flux concentrés.

Effets croisés : De l'énergie est requise pour le refroidissement.

Données d'exploitation : Cette technique appliquée seule peut ne pas permettre de respecter les exigences légales des niveaux de concentration dans les gaz résiduels.

Applicabilité : La sorption froide est souvent utilisée comme première étape de nettoyage des gaz résiduels.

Cette technique n'est pas appliquée dans les procédés d'impression, dans l'industrie du fil de bobinage ou dans les ateliers de peinture de véhicules.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [60, ESIG, 2000] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.5.2 Refroidissement indirect

Description : Le gaz enrichi en COV est refroidi dans un échangeur thermique en utilisant de l'eau de refroidissement ou un autre fluide à des températures supérieures à 0 °C.

Avantages pour l'environnement : Les COV peuvent être récupérés et éventuellement réutilisés. L'efficacité d'élimination est plus élevée sur les flux concentrés ; cependant, d'une manière générale, c'est un procédé à efficacité faible.

Effets croisés : De l'énergie est requise pour le refroidissement. Des eaux usées seront générées et devront peut-être être traitées avant rejet.

Données d'exploitation : Ce procédé peut être utile sur les courants concentrés avec des solvants à faible volatilité ; cependant, il est généralement combiné à un autre traitement.

Applicabilité : La condensation par application de températures supérieures à 0 °C est seulement applicable aux solvants à faible volatilité. Cette technique est appliquée dans les procédés d'impression offset à sécheur thermique, lorsque des encres à base de solvants à faible volatilité sont appliquées.

Un inconvénient majeur de cette technique lorsqu'elle est utilisée dans les procédés d'impression offset à sécheur thermique est que l'IPA n'est pas éliminé des gaz résiduels. Les installations utilisant > 25 tonnes de solvants par an font donc face à des difficultés pour atteindre la limite d'émission de 20 mg de C/Nm³ (définie dans la DES). L'odeur désagréable des gaz résiduels des encres thermoséchantes n'est pas complètement éliminée.

Cette technique n'est pas appliquée dans l'industrie du fil de bobinage ou dans les ateliers de peinture de véhicules.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [60, ESIG, 2000] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.5.3 Réfrigération

Description : Le gaz enrichi en COV est refroidi dans un échangeur thermique en utilisant un fluide réfrigéré à des températures supérieures à 0 °C. Généralement, un système à deux condenseurs est utilisé alternativement en mode de condensation et de dégivrage.

Avantages pour l'environnement : Les COV peuvent être récupérés et éventuellement réutilisés. L'efficacité d'élimination est plus élevée sur des flux concentrés.

Effets croisés : De l'énergie est requise pour le refroidissement. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : L'humidité dans les gaz résiduels entraînera l'apparition de givre, nécessitant un dégivrage à des intervalles réguliers. Généralement une étape de condensation à des températures supérieures à 0 °C est utilisée en amont pour réduire la teneur en eau.

Applicabilité : Les gaz aux teneurs élevées en vapeur d'eau sont moins adaptés à cause de l'augmentation de l'effet de givrage. Ce procédé peut être utile pour les flux avec des solvants très volatils. Cette technique est appliquée dans la fabrication de rubans adhésifs, dans les installations nouvelles et existantes.

Cette technique fonctionne mieux sur les gaz résiduels avec une concentration en solvant très importante de plusieurs centaines de g/m³. Pour ces types de gaz résiduels, les systèmes de séchage clos utilisant des gaz inertes (N₂) sont requis à cause de la valeur de la LIE, qui est d'environ 20 g/m³ à 40 °C. Cependant, les systèmes de séchage clos utilisant des gaz inertes peuvent seulement être utilisés avec succès lorsque les sécheurs n'ont pas besoin d'être ouverts trop souvent. Après essai, il a été démontré que c'est pour cette raison que cette technique n'est pas applicable dans l'impression d'emballages souples, où les tâches d'impression changent plusieurs fois par jour et où les sécheurs doivent être ouverts trop fréquemment.

Cette technique n'est pas appliquée dans d'autres procédés d'impression ou dans les ateliers de peinture de véhicules.

Aspects économiques : Le coût en capital d'une installation de fabrication de rubans adhésifs ayant une capacité de 400 kg/h pour le système de condensation était d'environ 0,88 million EUR en 1992. Les coûts d'exploitation, à la fois pour l'adsorption et la condensation, s'élevaient à 0,51 million EUR/an. Les coûts variables s'élevaient à environ 1,12 million EUR/an et les coûts fixes à 1,38 million EUR/an.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [60, ESIG, 2000] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.5.4 Traitement cryogénique

Description : Le gaz enrichi en solvant hautement volatil est exposé à des températures très basses, généralement en utilisant de l'azote liquide.

Avantages pour l'environnement : Théoriquement, des efficacités d'élimination très importantes peuvent être obtenues si les températures sont assez basses. Cependant, dans la pratique, les températures ne seront jamais inférieures à -95 °C et à cette température, il est impossible d'obtenir des niveaux de concentration faibles.

Des efficacités d'élimination de 99 % ou plus peuvent être obtenues, résultant en des concentrations dans les gaz traités de 1 à 5 g/Nm³. Cela peut, par exemple, être obtenu en traitant un flux de gaz de 0 à 1 000 Nm³/h avec une concentration de COV en cours dans une plage de 200 à 1 000 g/Nm³. Les COV récupérés peuvent être réutilisés.

Effets croisés : De l'énergie est nécessaire pour refroidir l'azote liquide. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : L'azote vaporisé peut être utilisé dans l'installation dans un objectif d'isolement. Si un post-traitement est nécessaire, une technique d'adsorption est souvent appliquée.

Applicabilité : Cette technique est utilisée principalement sur des flux de gaz relativement faibles (jusqu'à 50 m³/h) et sur des émissions discontinues. Les systèmes continus avec une capacité de 250 m³/h ou plus sont moins souvent appliqués.

Cette technique est appliquée pour le traitement des gaz résiduels provenant de l'application de peinture et des sècheurs. Cependant, elle n'est pas appliquée dans la peinture du bois et du mobilier, dans l'industrie du fil de bobinage, l'industrie du prélaquage en continu, les procédés d'impression ou les ateliers de peinture de véhicules.

Les gaz ayant une teneur importante de vapeur d'eau sont moins adaptés car cela favorise la formation de glace.

Aspects économiques : Les coûts d'investissement s'élèvent à environ 500 000 EUR par 1 000 Nm³/h de gaz résiduels, en excluant les installations de stockage de l'azote.

Les coûts d'énergie sont négligeables. Les coûts d'utilisation de l'azote s'élèvent à environ 0,12 EUR par kg d'azote sur la base d'une capacité de 1 000 Nm³/h de gaz résiduels traités.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [60, ESIG, 2000] [63, Vito, 2003] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.5.5 Condensation au-dessus du point de congélation

Description : La condensation au-dessus du point de congélation nécessite des concentrations très importantes de solvant (de préférence, plusieurs centaines de g/m³). Seulement une partie du solvant est condensée. L'air avec le reliquat de solvant ne peut pas être émis, mais est renvoyé dans le procédé de séchage. Cela requiert en revanche (pour des raisons de sécurité) un circuit fermé de gaz inerte, et non d'air ordinaire, dans lequel la concentration de solvant est toujours à un niveau très élevé (par exemple, 100 g/m² en entrée, 200 g/m² en sortie).

Avantages pour l'environnement : Récupération de solvant et faibles émissions provenant d'un système clos.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [128, TWG, 2005]

20.11.6 Adsorption

L'Annexe 24.9 propose un résumé des techniques de traitement des gaz résiduels (oxydation, adsorption, condensation et traitement biologique) et leur applicabilité. Une comparaison des efficacités d'élimination des techniques les plus largement utilisées est fournie pour différents types de solvants à différentes concentrations d'entrée. [148, TWG, 2006]

20.11.6.1 Adsorption utilisant du charbon actif ou des zéolites

Description : Cette technique est utilisée pour adsorber les COV à la surface du charbon actif ou de la zéolite. Elle est couramment appliquée comme prétraitement « d'augmentation de concentration » pour parvenir à un flux de déchets plus concentré qui peut être incinéré plus économiquement.

Durant le fonctionnement du lit de charbon actif (ou de zéolite) dans la colonne d'adsorption ou le système d'adsorption sur concentrateur à roue, de plus en plus de solvant sera accumulé dans le lit. À un certain moment, l'efficacité du lit d'adsorption diminuera et la concentration en sortie commencera à augmenter. À ce moment, l'adsorption nécessitera d'être réactivée et les solvants pourront être récupérés ou détruits. La désorption est souvent pratiquée en balayant avec un flux de gaz chaud (azote, air, ou vapeur d'eau), mais peut aussi être réalisée par le vide (adsorption modulée en pression). Dans les cas où le flux de gaz résiduels est faible (par exemple vers les machines de nettoyage de solvant), l'adsorbant peut être régénéré hors site (voir Section 20.13.7.2).

Après une longue période, l'adsorbant ne peut pas être totalement réactivé en retirant le solvant, et nécessite un type différent de réactivation (généralement par traitement thermique). Cela peut être réalisé sur site ou hors site (voir Section 20.13.7.1). Si le charbon actif ou d'autres adsorbants ne pouvant pas être régénérés sont utilisés, le charbon actif est rejeté (voir Section 20.13.7.3).

Une surveillance continue de la concentration en sortie est nécessaire pour vérifier que l'efficacité d'adsorption du charbon actif est encore suffisante (voir Section 20.11.6.2).

Les lits peuvent être utilisés en parallèle et/ou en séquence. Dans le cas d'un système à 2 lits, l'un est en mode adsorption et l'autre en mode désorption, ou dans le cas d'un système à 3 lits, deux sont utilisés en mode adsorption et un en mode désorption.

Avantages pour l'environnement : Les adsorbants peuvent permettre une efficacité d'élimination > 99 % ; cependant, cela dépend de la concentration en entrée. Par exemple, avec une concentration en entrée > 7 g/m³, des efficacités d'élimination > 99 % peuvent être obtenues. Des concentrations de COV < 50 mg de C/m³ (en moyenne sur 24 heures) peuvent être obtenues, des niveaux < 20 mg de C/m³ devenant possibles.

Dans l'industrie automobile, les matériaux d'adsorption tels que le papier en fibre de carbone, les zéolites et le charbon actif sont utilisés. On obtient une transmission de la charge de solvant dans un courant d'air chaud externe à un rapport de 1:6 à 1:30 (selon la concentration de gaz brut).

Dans la fabrication de rubans adhésifs, on obtient des concentrations d'émission de 70 à 90 mg/m³ dans les gaz nettoyés. Des concentrations inférieures peuvent être obtenues ; cependant, seulement par une réduction des périodes d'adsorption et elles sont donc corrélées à une production supérieure de vapeur d'eau. Le procédé de récupération (voir Section 20.13.7.1) utilise normalement 2 à 3 kg de vapeur d'eau par kg de solvant récupéré pour obtenir des concentrations d'émission entre 70 et 90 mg/m³.

La désorption et la réactivation réduisent la consommation de charbon. La vapeur d'eau condensée peut être réutilisée pour le nettoyage de l'adsorbeur et comme eau de chaudière. L'air de séchage peut aussi être recyclé après le procédé de désorption.

Effets croisés : Dans les procédés de récupération des solvants, de la vapeur d'eau est utilisée et donc de l'eau et de l'énergie sont utilisées. La vapeur d'eau condensée contient des traces de solvants. La récupération du charbon actif produit des eaux usées.

La détermination du cycle optimal d'adsorption/désorption consiste à trouver un équilibre entre la concentration d'émission acceptable et les ressources nécessaires (c'est-à-dire l'énergie, l'absorbant qui nécessite un remplacement périodique, l'eau), et les eaux usées générées pour le nettoyage du lit de charbon lors de l'utilisation de vapeur d'eau.

Nécessite un équilibre prudent des flux de gaz car des réactions exothermiques inattendues sont possibles (voir Données d'exploitation ci-dessous).

Données d'exploitation : L'adsorption n'est pas applicable aux composés réactifs tels que les aldéhydes et les cétones car ils peuvent polymériser sur le charbon actif, et entraîner une surchauffe. Les polymères ne désorberont pas, par conséquent, la MEC et les produits similaires ne sont pas adaptés. Cependant, ce problème peut être résolu si des mesures adéquates de sécurité sont implémentées, par exemple toujours désorber le système avant les week-ends et les vacances, et installer des systèmes d'extinction automatiques.

Elle n'est pas applicable non plus pour les gaz à l'humidité relative $> 60 \%$, car les vapeurs d'eau seront aussi adsorbées sur le charbon actif, réduisant la capacité d'adsorption des COV. Des zéolites hydrophobes sont disponibles et ne présentent pas ce problème. Le système est sensible à la présence de poussière dans l'alimentation car cela engorgera le lit adsorbant.

Les roues d'adsorption peuvent être appliquées comme prétraitement avant l'oxydation thermique. Cela conduit à une réduction des exigences en matière d'énergie de l'oxydation thermique (voir Section 20.11.4.2). Il est aussi possible de réduire la taille physique de l'oxydant thermique lorsque ces deux techniques sont utilisées ensemble.

Applicabilité : Cette technique peut être appliquée aux gaz résiduels ayant des concentrations de solvants $> 0,8 \text{ g/m}^3$. Les limites de la LIE ne jouent pas de rôle. Le système peut être appliqué aux solvants uniques et aux mélanges. Lorsque des solvants uniques qui ne sont pas miscibles dans l'eau sont adsorbés, une régénération peut être réalisée avec la vapeur d'eau. Lorsque des combinaisons de solvants sont adsorbées, la régénération doit être réalisée avec de l'azote chauffé et des températures comprises entre 150 et 300 °C.

Des flux d'air situés dans une plage de 1 000 à 1 million de m^3/h peuvent être traités. Pour la plage haute, une unité à 14 lits serait nécessaire. La capacité d'un lit dépend seulement du transport du système. Le système peut fonctionner en continu et en discontinu, et a une durée de vie techniquement supérieure à 30 ans. Cependant, pendant cette période, ce système devra probablement être adapté ou renouvelé en raison des exigences environnementales, et des changements d'équipements de procédés et/ou de systèmes utilisant des solvants seront effectués, etc., réduisant ainsi la durée de vie économique.

Cette technique est appliquée dans toutes les installations d'impression d'héliogravure d'édition et est couramment appliquée dans l'industrie automobile, le revêtement de camions et de véhicules commerciaux et dans la fabrication de rubans adhésifs comme étape de concentration avant incinération. À une moindre échelle, elle est appliquée dans les procédés utilisant des mélanges de solvants, comme en flexographie et dans l'héliogravure d'emballage, bien qu'en Italie cette technique soit déjà utilisée depuis plusieurs années pour récupérer l'acétate d'éthyle.

L'adsorption est particulièrement adaptée lorsque des concentrations jusqu'à 4 g/m^3 doivent être retirées des gaz résiduels. Cependant, elle est aussi appliquée à des concentrations de 10 à 12 g/m^3 . En général, elle est applicable aux gaz contenant des concentrations faibles ou intermédiaires de COV. Seules les petites molécules peuvent être adsorbées et désorbées. Dans l'industrie automobile, quelques applications sont utilisées pour le nettoyage de l'air des cabines de pulvérisation ; les concentrations type en entrée varient entre 300 et $1\,200 \text{ mg/m}^3$.

Certains solvants à faible volatilité peuvent adhérer au charbon actif de manière permanente et rapidement réduire la capacité d'adsorption, avec pour résultat le remplacement prématuré du charbon actif.

L'adsorption et la récupération du toluène utilisé dans les procédés d'héliogravure d'édition sont des pratiques communes. Le toluène adsorbe bien vers le charbon actif et est facilement récupéré en chauffant le charbon avec de la vapeur d'eau. La vapeur d'eau et les vapeurs de solvant sont condensées pour éliminer le toluène. La vapeur d'eau condensée peut présenter une concentration de toluène variant entre 380 et 540 mg/l et un flux de bulles d'air est utilisé pour stripper le toluène de l'eau. Avec le stripping, le flux peut présenter une concentration de toluène dans une plage variant entre 1 et 10 mg/l. Après traitement, les eaux usées sont rejetées ou réutilisées, par exemple, comme eau de refroidissement ou vapeur d'eau. Le toluène est en partie réutilisé et en partie revendu aux fabricants d'encre. Le procédé de récupération utilise normalement 3 à 6 kg de vapeur d'eau par kg de toluène récupéré. Pour une installation standard à quatre presses, environ 7 000 tonnes de toluène par an sont récupérées en utilisant entre 20 000 à 30 000 tonnes d'eau.

Dans les procédés où les mélanges de solvants sont appliqués, comme dans la flexographie et l'héliogravure d'emballage, l'adsorption et la récupération sont plus difficiles. L'éthanol et l'acétate d'éthyle n'adsorbent pas vers le charbon aussi bien que le toluène et par la suite des lits plus importants de charbon sont nécessaires. La vapeur d'eau ne peut pas être utilisée pour la récupération, car ces solvants se dissolvent dans l'eau. Par conséquent, un gaz chaud inerte, comme le N₂, est généralement utilisé. Pour séparer le mélange de solvants récupéré, un procédé de distillation est nécessaire.

Dans la fabrication de rubans adhésifs, le procédé de récupération utilise normalement de 2 à 3 kg de vapeur d'eau par kg de solvant récupéré pour obtenir des concentrations d'émission entre 70 et 90 mg/m³.

Aux Pays-Bas et dans la région des Flandres en Belgique, cette technique n'est pas appliquée en flexographie et dans l'héliogravure d'emballage.

Aspects économiques : En général, cette technique est deux fois plus coûteuse que l'oxydation. L'investissement dans la récupération de solvant variera entre 0,5 et 1 million EUR de plus que pour un investissement dans un oxydant. Néanmoins, un recouvrement est possible du fait du solvant récupéré. L'investissement dans la récupération de solvant variera entre 0,5 et 1 million EUR de plus que pour un investissement dans un oxydant. La zéolite, en tant que milieu d'adsorption, est environ 10 fois plus chère que le charbon actif, et est couramment appliquée pour augmenter la concentration.

Il convient de noter que les unités d'adsorption peuvent être conçues pour obtenir des valeurs d'émission très faibles en augmentant la surface totale du charbon actif ou en appliquant des cycles d'adsorption plus courts. Cependant, il faut tenir compte du fait que les deux options résultent en une augmentation des investissements, des coûts d'exploitation et de la consommation d'énergie.

Les coûts en capital des équipements d'adsorption dans une installation de référence de fabrication de rubans adhésifs ayant une capacité de 800 kg/h s'élevaient à environ 2,7 millions EUR en 1992. Les coûts d'exploitation pour l'adsorption et la condensation étaient d'environ 0,51 million EUR/an. Les coûts variables s'élevaient à environ 1,12 million EUR/an et les coûts fixes à 1,38 million EUR/an.

Dans le cas de la flexographie et de l'héliogravure d'emballage, les investissements et les coûts d'exploitation pour l'adsorption et la récupération de solvant suivante sont plus importants que ceux de tout traitement thermique. Les coûts d'exploitation varient entre 0,15 et 0,25 EUR par kg de solvant récupéré. Les coûts de la récupération s'élèvent à 0,10 EUR par kg de solvant et des économies de 0,60 à 0,70 EUR par kg de solvant récupéré sont réalisables si le solvant est réutilisé sur site. Lorsque la consommation de solvants est inférieure à 500 tonnes par an, il est peu probable que la récupération de solvant soit une alternative économiquement plus attractive que l'oxydation.

Dans les procédés d'héliogravure d'emballage, si l'acétate d'éthyle représente généralement plus de 90 % du total de solvant utilisé, la quantité réutilisable peut être telle que l'installation puisse devenir presque autosuffisante et n'ait plus besoin d'acheter d'acétate d'éthyle pour des besoins de dilution.

Les prix du charbon actif indiqués ci-dessous sont représentatifs de l'industrie du bois flamande et basés sur des paramètres de fonctionnement théorique réalistes. Les fournisseurs d'équipements qui ont communiqué ces informations ont insisté sur le fait qu'il était impossible d'extrapoler les coûts des exemples sur la base des flux et des charges de COV, les chiffres sont donc purement indicatifs et valides à la date où les estimations ont été réalisées (novembre 2004).

- * location de l'installation : 6 052 à 8 544 EUR par an
- * achat de l'installation : 22 355 à 23 740 EUR par unité
- * devis pour : 10 000 Nm³/h et 500 mg de COV/Nm³ (220 jours d'exploitation par an, 8 heures par jour, des émissions standard de COV de 90 mg/m³ et un temps de chargement de 50 %) :
 - charbon actif : 8 316 EUR pour 5 400 kg (pour 82 jours d'exploitation) = 22 311 EUR par an
- * devis pour : 1 000 Nm³/h et 500 mg de COV/Nm³ (dans les mêmes conditions d'exploitation que précédemment) :
 - charbon actif : 8 316 EUR pour 5 400 kg (pour 823 jours d'exploitation) = 2 230 EUR par an.

Moteurs de la mise en œuvre : Probablement plus économique que les techniques d'oxydation.

Installations de référence : Les installations Ford, Daimler Chrysler, VW, Renault, Audi, Toyota à travers l'Europe. RSDB à Etten-Leur aux Pays-Bas ; et l'industrie italienne d'héliogravure d'emballage qui récupère et réutilise l'acétate d'éthyle.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [35, Aminimal, et al., 2002] [14, DFIU and IFARE, 2002] [60, ESIG, 2000] [62, CITEPA, 2003] [75, Jansen, 2005] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005] [63, Vito, 2003] [147, Presti, 2005] [147, Presti, 2005] [146, CEI-BOIS, 2006].

20.11.6.2 Surveillance continue de la performance de l'adsorbeur

Description : Des équipements de surveillance sont disponibles pour contrôler en continu la performance de l'adsorbeur, par exemple en comparant continuellement le niveau des contaminants dans le gaz brut et celui dans les gaz résiduels traités.

Avantages pour l'environnement : La réduction des émissions non traitées à cause du mauvais fonctionnement d'un adsorbeur peut rapidement être détectée et une action corrective peut être entreprise.

Effets croisés :

Données d'exploitation : Dans le cas où le système est composé de deux ou plusieurs unités d'adsorption en parallèle, la surveillance peut être utilisée pour basculer de l'une à l'autre. Il a été rapporté que, dans l'industrie automobile où les variations de concentration sont faibles, des mesures une fois par semaine ou même moins fréquemment sont normalement réalisées par des équipements portatifs.

C'est une pratique courante dans les installations d'héliogravure d'édition. Dans l'héliogravure d'édition, le contrôle de la récupération du lit de charbon est réalisé par des mesures de concentration et à intervalles de temps fixes. Cela aide à décider lorsque le lit de charbon dans les systèmes d'adsorption de toluène doit être nettoyé. Comme la teneur en solvant de l'air de séchage est variable, ces deux méthodes de contrôle de la récupération de la couche de charbon peuvent basculer les adsorbeurs soit trop tôt, soit trop tard. Dans le premier cas, cela entraîne une consommation d'énergie excessive, et dans le second, cela augmente les émissions de manière disproportionnée.

Applicabilité : Cette technique est applicable aux adsorbeurs existants et récents, quel que soit le type d'industrie. La surveillance continue n'est requise que si les concentrations sont importantes ou dans le cas où une adsorption parallèle est utilisée. Elle n'est pas nécessaire lorsque l'absorbeur fait partie intégrante d'un système de réduction et qu'il n'y a pas de rejets dans l'air. Elle est aussi applicable à la récupération de solvant (voir Sections 20.13.7.1 et 20.13.7.2).

Aspects économiques : Il a été rapporté que le coût de l'installation pour quatre dispositifs de mesure continue des COV incluant le logiciel et les plateformes d'accès était de 2 millions EUR en 2004.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : VW Hanovre, Allemagne (traitement de l'air de cabine provenant d'une application de remplissage à base de solvants).

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [128, TWG, 2005]

20.11.7 Absorption vers un liquide

L'Annexe 24.9 propose un résumé des techniques de traitement des gaz résiduels (oxydation, adsorption, condensation et traitement biologique) et leur applicabilité. Une comparaison des efficacités d'élimination des techniques les plus largement utilisées est fournie pour différents types de solvants à différentes concentrations d'entrée. [148, TWG, 2006]

20.11.7.1 Absorption vers l'eau

Description : L'absorption (ou épuration par voie humide) vers l'eau consiste en un transfert massique entre un gaz soluble et un solvant (souvent de l'eau) en contact l'un avec l'autre.

Avantages pour l'environnement : L'élimination des polluants gazeux, comme les NO_x, les halogénures d'hydrogène, le SO₂, l'ammoniac, le sulfure d'hydrogène ou les COV (si solubles dans l'eau, comme l'IPA, l'éthanol, etc.).

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Non appliqué dans les ateliers de peinture de véhicules ou dans l'impression.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [67, EIPPCB, 2003] [128, TWG, 2005]

20.11.7.2 Absorption vers l'huile et récupération

Description : Les solvants dans les gaz résiduels peuvent être récupérés par absorption dans les huiles organiques et distillation.

Avantages pour l'environnement : Les solvants récupérés peuvent être réutilisés. Il est possible d'obtenir des concentrations < 30 mg/m³ dans les gaz nettoyés.

Effets croisés : Selon les détails de la technique appliquée, entre 0,1 et 0,5 m³ d'eaux usées, provenant de l'humidité dans l'air, peuvent être produites par tonne de solvant récupérée. Cependant, généralement aucune eau usée n'est générée, car celles-ci sont séparées dans les équipements de distillation et réutilisées pour le nettoyage ou converties en vapeur d'eau pour le stripping. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Cette technique est seulement utilisée pour les solvants purs pour des raisons économiques. La technique est adaptée aux charges de gaz résiduels avec un minimum de 2 g/m³.

Applicabilité : Applicable dans les installations nouvelles et existantes. Cette technique a été rapportée dans une installation d'emballages souples pour le revêtement et le laminage ; cependant, elle n'est pas couramment utilisée à cause de son coût.

La technique n'est pas appliquée dans l'industrie du fil de bobinage, car les solvants ne peuvent pas être réutilisés dans le procédé. Elle n'est pas appliquée dans les autres procédés d'impression, dans le prélaquage en continu, dans l'industrie de l'emballage métallique ou dans l'industrie automobile, car ces secteurs utilisent généralement des mélanges de solvants.

Aspects économiques : Cette technique est plus coûteuse que l'absorption sur charbon actif.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : La société d'emballages souples Bischof und Klein en Allemagne, où l'acétate d'éthyle est récupéré par absorption dans de l'ester d'acide phtalique.

Littérature de référence : [14, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.11.8 Traitement biologique

L'Annexe 24.9 propose un résumé des techniques de traitement des gaz résiduels (oxydation, adsorption, condensation et traitement biologique) et leur applicabilité. Une comparaison des efficacités d'élimination des techniques les plus largement utilisées est fournie pour différents types de solvants à différentes concentrations d'entrée. [148, TWG, 2006]

Description : Les gaz résiduels traversent un biofiltre ou un bioépuration où des micro-organismes éliminent le solvant. La température des gaz résiduels ne devrait pas excéder 40 °C. Cette technique est présentée dans le BREF CWW [67, EIPPCB, 2003].

Avantages pour l'environnement : Des efficacités d'élimination de 75 à 95 % sont obtenues.

Effets croisés : Une nuisance olfactive peut se produire. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Cette technique a été testée dans une installation d'impression offset à sécheur thermique. Cependant, elle n'a pas été couronnée de succès à cause des changements de concentrations de solvants et des variations des solvants utilisés et de leurs quantités.

Applicabilité : Le traitement biologique est applicable aux flux dilués biodégradables et, par conséquent, est souvent appliqué pour le contrôle des odeurs. Les biofiltres sont particulièrement adaptés au traitement de niveaux faibles de polluants principalement hydrophobes comme les hydrocarbures et les composés aromatiques (par exemple le toluène et le xylène). Les biofiltres sont particulièrement adaptés aux polluants qui se dissolvent facilement dans l'eau, comme les éthers, les esters, les cétones, les alcools et les composés contenant de l'azote.

Dans l'industrie de l'impression, l'utilisation de cette technique n'est pas efficace lorsque la concentration de solvant est $> 1,5 \text{ g/m}^3$. Dans l'impression offset à sécheur thermique, où les concentrations varient normalement entre 1 et 2 g/m^3 , cette technique a été testée et les résultats ont été négatifs. Dans l'emballage souple, des systèmes de traitement biologique ont été utilisés pour respecter la limite d'émission de 100 mg/m^3 . Ils ont aussi été utilisés avec succès au Royaume-Uni dans des opérations de revêtement.

Dans le secteur de la peinture des meubles et du bois en Allemagne, seule une installation applique cette technique pour réduire la nuisance olfactive due aux émissions de solvant.

Elle est parfois appliquée dans la fabrication des abrasifs, mais elle n'est pas appliquée dans l'industrie automobile ou celle du fil de bobinage.

Pour les périodes d'arrêt prolongées, les biofiltres peuvent nécessiter l'ajout de substances nutritives pour remplacer l'alimentation en solvant.

Aspects économiques : Les coûts d'investissement se situent dans une plage de 5 000 à 20 000 EUR pour une capacité de $1\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ de gaz résiduels. Les coûts d'exploitation varient de 10 à 50 EUR par $1\,000 \text{ m}^3$ de gaz résiduels pour une installation disposant d'une capacité de $5\,000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Les prix ci-dessous sont représentatifs de l'industrie du bois flamande et basés sur des paramètres de fonctionnement théorique réalistes. Les fournisseurs d'équipements qui ont communiqué ces informations ont insisté sur le fait qu'il était impossible d'extrapoler les coûts des exemples sur la base des flux et des charges de COV, les chiffres sont donc purement indicatifs et valides à la date où les estimations ont été réalisées (novembre 2004).

Flux : $10\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$:

- * concentration de COV en entrée : 500 mg/Nm^3 , émissions de COV : $t : < 90 \text{ mg/Nm}^3$
- * prix : 135 000 à 250 000 EUR.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [35, Aminal, et al., 2002] [13, DFIU and IFARE, 2002] [60, ESIG, 2000] [63, Vito, 2003] [12, UBA Germany, 2002] [76, TWG, 2004] [146, CEI-BOIS, 2006]

20.11.9 Techniques de réduction des NO_x

Les émissions de NO_x proviennent de l'oxydation thermique des COV dans les gaz résiduels. Elles peuvent augmenter lorsque des solvants contenant de l'azote sont émis. Des études dans l'industrie du fil de bobinage ont été réalisées (voir Section 3.3.3.1), et la contribution estimée fournie par l'industrie est de 1 à 2,7 kilotonnes par an. La conclusion était qu'il n'était pas techniquement ni économiquement faisable d'appliquer des techniques de traitement des NO_x dans ce secteur (voir les sections suivantes). Cette conclusion est analogue pour les autres installations. La quantité totale émise en raison des solvants contenant de l'azote était faible, l'utilisation de solvants contenant de l'azote allant probablement diminuer avec l'application de REACH, etc. De plus, l'industrie du fil de bobinage n'était pas une source significative de NO_x et, par conséquent, il n'était généralement pas envisageable, ni techniquement ni économiquement, d'ajouter des traitements de gaz résiduels secondaires. Voir Section 3.3.3.1.

L'utilisation de solvants contenant de l'azote est généralement limitée au secteur STS et il ne s'agit pas d'une source significative de NO_x. Les moyens les plus efficaces de réduire les émissions de NO_x dans le secteur consistent à optimiser les conditions d'oxydation mais pas seulement pour la destruction des COV, et de réduire la formation de NO_x (voir Sections 20.11.1 et 20.11.4).

[54, BMLFUW Austria, 2003] [163, EWWG, 2005] [170, Tempamy and Lemoine, 2006]

20.11.9.1 Réduction sélective non catalytique (RSNC)

Description : Les gaz résiduels contenant des niveaux élevés de NO_x peuvent être traités par RSNC. La technique est décrite en intégralité dans le BREF CWW. Les NO_x sont réduits par l'action de l'urée ou de l'ammoniac injecté dans le four sans catalyseur. La réaction nécessite une température élevée (850 à 1 050 °C). Le rendement varie entre 50 et 70 % avec un ratio de NH₃:NO de 2,5:1.

Avantages pour l'environnement : Réduction significative des NO_x.

Effets croisés : Énergie pour le chauffage des gaz résiduels. Utilisation d'ammoniac et perte volumétrique d'ammoniac. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Dans l'industrie du fil de bobinage, les gaz résiduels provenant de la technique de réduction connectée aux fours d'émaillage pour réduire les COV contiennent encore des niveaux importants de NO_x. Ces gaz résiduels peuvent potentiellement être dirigés vers une RSNC.

Applicabilité : Pour les industries utilisant des solvants contenant de l'azote, qui rejettent des NO_x en quantité significative, par exemple après le séchage (évaporation/durcissement).

Une étude en Autriche pour les fils de bobinage établit qu'avec cette technique, des niveaux de NO_x de 100 mg/m³ (sous forme de NO₂) pour les solvants sans azote et de 150 mg/m³ pour les solvants contenant de l'azote peuvent être obtenus (voir Aspects économiques, ci-dessous).

Aspects économiques : Les coûts sont supérieurs à la RSC. Les coûts en capital par 1 000 Nm³/h se situent dans une plage de 7 500 à 32 000 EUR et les coûts d'exploitation par tonne de NO_x supprimée se situent dans une plage de 500 à 5 000 EUR.

La RSNC n'est pas appliquée dans l'industrie du fil de bobinage pour des raisons économiques.

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité de l'air locale. Pollution transfrontière de l'air.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [54, BMLFUW Austria, 2003, 67, EIPPCB, 2003]

20.11.9.2 Réduction sélective catalytique (RSC)

Description : Les gaz résiduels contenant des niveaux importants de NO_x peuvent être traités par RSC. Cette technique est décrite dans le BREF CWW. Les NO_x sont réduits par l'action de l'ammoniac en présence d'un catalyseur. La réaction nécessite une température de 280 à 400 °C. L'efficacité est une réduction de la teneur en NO_x des gaz résiduels jusqu'à 90 % avec un ratio $\text{NH}_3:\text{NO}$ de 0,7 – 1:1.

Avantages pour l'environnement : Réduction significative des NO_x .

Effets croisés : Si les gaz résiduels sont conduits à une unité centrale de RSC, de l'énergie peut être nécessaire pour réchauffer les gaz résiduels. De l'ammoniac et un catalyseur sont utilisés dans la RSC. Il y aura probablement une perte d'ammoniac par perte volumétrique. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Dans l'industrie du fil de bobinage, les gaz résiduels provenant de la technique de réduction connectée aux fours d'émaillage pour réduire les COV contiennent encore des niveaux importants de NO_x . Ces gaz résiduels peuvent potentiellement être dirigés vers une RSC.

Applicabilité : Applicable aux industries utilisant des solvants contenant de l'azote et qui rejettent des NO_x en quantité significative, par exemple après le séchage (évaporation/durcissement).

Une étude en Autriche pour les fils de bobinage établit qu'avec cette technique, des niveaux de NO_x de 100 mg/m³ (sous forme de NO_2) pour les solvants sans azote et de 150 mg/m³ pour les solvants contenant de l'azote peuvent être obtenus (voir Aspects économiques, ci-dessous).

Aspects économiques : Les coûts en capital par 1 000 Nm³/h se situent dans une plage de 2 300 à 3 900 EUR et les coûts d'exploitation par tonne de NO_x supprimée se situent dans une plage de 700 à 1 200 EUR.

Un exemple de calcul d'un système de réduction des NO_x pour des groupes de machines d'émaillage de fils de bobinage destinées à supprimer 44 tonnes de NO_x par an montre qu'il faut compter un investissement de 985 000 EUR et des coûts opérationnels pour le chauffage des gaz et de l'ammoniac de 11 000 EUR par tonne de NO_x supprimée.

La RSNC n'est pas appliquée dans l'industrie du fil de bobinage pour des raisons économiques.

Un exemple de calcul des coûts de la réduction des NO_x en utilisant la RSC dans une PME est présenté dans le BREF STM.

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité de l'air locale. Pollution transfrontière de l'air.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [67, EIPPCB, 2003] [66, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004] [54, BMLFUW Austria, 2003] [128, TWG, 2005] [59, EIPPCB, 2005].

20.11.9.3 Épurateur d'eau

Description : Les NO_x peuvent être supprimés des gaz résiduels par épuration. Cette technique est présentée dans le BREF CWW. L'épuration peut être réalisée en utilisant une ou plusieurs tours, et avec de l'eau ou des solutions basiques.

Avantages pour l'environnement : Les NO_x émis contiennent plus de 98 % de NO_2 . On peut obtenir des niveaux < 100 mg/Nm³ en utilisant de l'eau, avec un taux d'élimination de 95 à 99 %.

Effets croisés : Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Soit les épurateurs devront être installés sur chaque sortie de gaz résiduels, soit les gaz résiduels devront être conduits ensemble à l'unité centrale d'épuration. Un exemple de la complexité de cette technique est celui des installations de fil de bobinage, qui peuvent comporter de 40 à 170 lignes.

Applicabilité : Applicable aux industries utilisant des solvants contenant de l'azote, qui rejettent des NO_x en quantité significative, par exemple après le séchage (évaporation/durcissement). Cette technique n'est pas appliquée dans le secteur STS.

Les multiples installations ou la combinaison des flux vers une unité centrale de traitement ainsi que le manque d'expertise dans l'application de cette technique risquent de la rendre inapplicable dans ce secteur, d'un point de vue économique et technique.

Aspects économiques : Le coût de l'installation de plusieurs unités d'épuration ou la collecte de tous les flux de gaz résiduels vers un point central de traitement sera probablement élevé.

Moteurs de la mise en œuvre : Qualité de l'air locale. Pollution transfrontière de l'air.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [94, EIPPCB, 2004] [67, EIPPCB, 2003] [128, TWG, 2005]

20.12 Traitement des eaux usées

Le traitement des eaux usées peut être réalisé sur site ou hors site. Le traitement hors site nécessite le rejet des eaux usées présentant des concentrations faibles de polluants. Pour le secteur STS, le traitement des eaux usées peut devenir un problème lorsque des produits à base de solvants sont remplacés par des alternatives à base d'eau, par exemple lorsqu'il y a des solvants solubles, des polymères et des plastifiants dans les eaux usées. Le traitement des eaux usées est décrit ailleurs de manière détaillée, comme dans le BREF CWW [67, EIPPCB, 2003] et, pour ce secteur, dans la référence [93, Agences de l'Eau de France, et al., 2002]. De plus amples informations sur les techniques de traitement des eaux usées pour les activités à base d'eau sont données dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2005].

Les techniques pour réduire les eaux usées, y compris le traitement des eaux usées provenant des cabines de pulvérisation, sont présentées à la Section 20.7.5.

Lorsqu'un traitement est requis, et en utilisant les techniques décrites ci-dessous et dans les documents auxquels il est fait référence ci-dessus, les niveaux suivants appropriés à ce secteur peuvent être obtenus [117, ACEA, 2005] [121, UK, et al., 2003] :

- * DBO (lorsqu'elles sont rejetées dans une rivière ou dans une eau contrôlée) < 100 mg/l
- * DCO (lorsqu'elles sont rejetées dans une station d'épuration des eaux usées municipale) < 2 500 mg/l
- * matières en suspension (lorsqu'elles sont rejetées dans une station d'épuration des eaux usées municipale) < 1 000 mg/l.

20.12.1 Flocculation

Description : Dans la flocculation, les eaux rejetées passent dans un réservoir contenant un flocculant, souvent de la bentonite ou du polyacrylate, et les particules sont absorbées à l'intérieur ou forment un floc autour des molécules de flocculant, puis sont séparées de l'effluent (voir Section 20.12.2).

Avantages pour l'environnement : Suppression des matières décantables de l'effluent. Cela peut réduire la DBO, et ainsi la quantité de traitement requis par la suite dans l'installation de traitement des eaux usées.

Effets croisés : Augmentation des boues de déchets.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Cette technique est applicable à tout procédé impliquant des matières en suspension dans les eaux usées.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Le respect des valeurs limites de rejet des eaux usées.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004] [59, EIPPCB, 2005] [93, Agences de l'Eau de France, et al., 2002] [128, TWG, 2005]

20.12.2 Séparation

Description : Après la floculation (voir Section 20.12.1), la flottation, la sédimentation ou la filtration peut être appliquée. Pour séparer la boue coagulée provenant des cabines de peinture et l'eau, il est possible d'appliquer soit une sédimentation, soit une flottation (voir aussi la Section 20.7.5.8). La flottation et la sédimentation sont basées sur la différence de densité pour atteindre la phase de séparation ; pour la sédimentation, la boue se dépose au fond ; pour la flottation, elle flotte à la surface. Le procédé de sédimentation peut être amélioré par l'utilisation d'une lame à faces parallèles ou d'une lamelle séparatrice. Le procédé de flottation est amélioré en utilisant de l'air dissous. Dans le cas de la sédimentation, la boue concentrée est pompée du séparateur ; dans la flottation, elle est rejetée mécaniquement à partir de la surface du liquide dans le réservoir.

Les techniques sont décrites plus en détail dans la littérature de référence.

Avantages pour l'environnement : Les niveaux de solides sont réduits, y compris certaines substances dangereuses.

Effets croisés : Augmentation des déchets.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Cette technique est couramment appliquée dans l'industrie automobile. Dans l'industrie du fil de bobinage, l'émulsion de l'étirage à base d'eau des fils est traitée par sédimentation et filtration.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Le respect des valeurs limites de rejet des eaux usées.

Installations de référence : Technique largement appliquée.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [59, EIPPCB, 2005] [67, EIPPCB, 2003] [76, TWG, 2004] [93, Agences de l'Eau de France, et al., 2002] [128, TWG, 2005]

20.12.3 Électrofloculation

Description : Cette technique est utilisée pour favoriser la réutilisation de l'eau de procédé et comme système de prétraitement avant le rejet.

Avantages pour l'environnement : Réductions des COV provenant des eaux usées. Élimination des résidus de peinture par écumage. Consommation d'eau réduite.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : La technique est utilisée dans les installations d'emballages souples qui utilisent d'importantes quantités d'encres à base d'eau. Cela, cependant, n'implique pas que les quantités d'eaux usées soient elles aussi importantes. En effet, très peu d'eaux usées polluées avec de l'encre sont générées lors de l'utilisation d'encres à base d'eau, si les techniques de nettoyage visent la réduction de la quantité d'eau à rejeter. Dans les installations d'emballages souples plus petites, la quantité d'eaux usées contenant de l'encre peut être si faible qu'elle peut être traitée comme déchet liquide ou être rejetée dans une station d'épuration des eaux usées municipale.

Aspects économiques : Les coûts d'investissement pour une installation disposant d'une capacité de traitement de 15 m³/h s'élevaient à environ 100 000 EUR en 1999. L'incorporation dépendra des charges

de traitement des eaux usées. La réduction des coûts peut être possible lorsque les restrictions sur les installations sont renforcées pour une meilleure qualité des rejets d'effluent.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [76, TWG, 2004] [93, Agences de l'Eau de France, et al., 2002]

20.12.4 Distillation sous vide

Description : La distillation sous vide est une technique qui utilise le vide pour extraire les COV des eaux usées. C'est un système de récupération par évaporation où le vide est appliqué pour réduire la pression, de manière à ce que la distillation puisse être réalisée à une température inférieure. Cela économise des coûts de chauffage et empêche aussi la décomposition des substances moins stables aux températures élevées qui auraient été nécessaires sous pression atmosphérique.

Avantages pour l'environnement : Réduction des COV provenant des eaux usées. Volumes d'eaux usées réduits.

Effets croisés : Le niveau sonore peut augmenter. De l'énergie est consommée pour le chauffage et le pompage sous vide.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Non appliqué dans les ateliers de peinture des véhicules.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [76, TWG, 2004] [93, Agences de l'Eau de France, et al., 2002] [128, TWG, 2005]

20.12.5 Traitement biologique

Description : Si les eaux usées ont été soumises à une détoxification préliminaire et que leur fraction biodégradable est suffisante, un traitement biologique peut être utilisé.

Avantages pour l'environnement : Des niveaux de DBO et de DCO réduits.

Effets croisés : Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Les eaux usées contenant du phénol et du fluorure provenant de l'industrie de fabrication d'abrasifs ou contenant des solvants provenant de l'industrie de l'impression peuvent être traitées en utilisant un bioréacteur ou un biofiltre. Dans l'industrie de la fabrication d'abrasifs, le traitement biologique est appliqué après neutralisation, précipitation de fluorure et filtration.

Applicabilité : Applicable dans les installations nouvelles et existantes pour les eaux usées contenant des solvants.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [12, UBA Germany, 2002] [76, TWG, 2004] [93, Agences de l'Eau de France, et al., 2002] [128, TWG, 2005]

20.12.6 Ultrafiltration, nanofiltration et osmose inverse

Description : Avec l'ultrafiltration, la nanofiltration (UF et NF) et l'osmose inverse, l'eau contaminée circule sous haute pression le long d'un diaphragme semi-perméable, qui laisse passer de petites molécules comme l'eau mais pas les particules plus grosses. La concentration de la contamination augmente au fur et à mesure que les eaux usées sont recyclées de manière répétée à travers le filtre. La différence de techniques tient à la taille des pores des filtres et donc aux molécules qui sont filtrées.

Avantages pour l'environnement : Le résidu filtré, par exemple la peinture ou l'encre, peut parfois être récupéré et réutilisé et l'eau nettoyée recyclée ou rejetée dans les eaux usées (voir Section 20.7.5.3). Cette technique peut réduire les volumes de déchets dangereux générés.

Effets croisés :

- * les eaux usées filtrées sont, si elles ne sont pas recyclées, rejetées dans le réseau d'assainissement
- * tous les systèmes de filtration consomment de l'énergie
- * le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Les eaux usées peuvent provenir des activités de nettoyage, mais également par exemple, des cabines de pulvérisation où l'eau est utilisée pour éliminer la surpulvérisation issue du pistolage, des procédés de dégraissage, de l'application d'un revêtement par électro-immersion. Dans le cas d'un revêtement par électro-immersion appliqué dans l'industrie automobile et, en général, pour le revêtement des véhicules, la filtration peut être utilisée pour le recyclage de la peinture et la déminéralisation complète de l'eau en permettant un circuit fermé (voir Sections 20.4.1, 20.4.2 et 20.4.1.3). L'intégration dans la grande cascade peut se faire sans UF si de l'eau de rinçage déminéralisée est utilisée.

Dans le cas d'un dégraissage, d'importantes quantités d'eau sont aussi utilisées. L'UF sert de mesure de maintenance des bains dans l'étape de dégraissage, qui permet (voir Section 20.7.5) :

- * une meilleure qualité du bain de dégraissage
- * une extension de la durée de vie en service
- * une réduction des agents de nettoyage nécessaires
- * une meilleure disponibilité de l'installation.

Applicabilité : Cette technique est appliquée dans les installations d'impression où d'importantes quantités d'encres à base d'eau, de peintures et d'adhésifs sont utilisées, par exemple dans l'impression d'emballages. Elle est aussi couramment appliquée dans l'industrie automobile et pour le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier.

Une sélection méticuleuse de la membrane est nécessaire pour certains solvants, en particulier pour les cétones et les esters qui attaquent la membrane et rendent le procédé inopérant.

Aspects économiques : Dans l'industrie automobile, les coûts d'installation d'une UF ou d'une NF se situent généralement dans une plage de 0,5 à 1 million EUR.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Opel Eisenach GmbH, en Allemagne.

Littérature de référence : [21, Nordic Council of Ministers, 1998] [18, UBA Germany, 2003] [13, DFIU and IFARE, 2002] [68, ACEA, 2004] [76, TWG, 2004] [93, Agences de l'Eau de France, et al., 2002] [59, EIPPCB, 2005] [128, TWG, 2005]

20.13 Réduction maximale des déchets et traitement des déchets contenant des solvants

L'Annexe IV (point 3) de la Directive IPPC exige la prise en compte du « *développement des techniques de récupération et de recyclage des substances émises et utilisées dans le procédé et des déchets, le cas échéant* ».

Les sections suivantes présentent les techniques utilisées pour réduire les déchets par l'intermédiaire de la récupération et de la réutilisation.

Voir aussi la Section 20.6.3 sur la réduction maximale des matières premières et la Section 20.7.5 sur les mesures de réduction des pertes de matières premières dans les eaux des procédés.

20.13.1 Récupération des solvants usagés issus des procédés

Description : Les solvants usagés, par exemple ceux utilisés pour le nettoyage, peuvent être traités pour réutilisation, par exemple par filtration ou par distillation (voir Sections 20.13.2.1 et 20.13.2.2). La récupération et la réutilisation peuvent être réalisées sur site ou hors site. Par exemple, lorsque des systèmes de nettoyage par piston racleur ou des systèmes de purge sont appliqués, les solvants sont utilisés sur le site pour nettoyer le système après chaque changement de couleur (qu'on appelle aussi « purge »). Les équipements modernes de fourniture de peinture intègrent la récupération des solvants de purge. Les solvants peuvent aussi être rejetés comme déchets dangereux vers une installation hors site de récupération de solvant. Là, les solvants propres sont réutilisés, mais pas nécessairement par le même utilisateur.

Le nettoyage peut être réalisé dans des machines de nettoyage où le solvant est récupéré et réutilisé en interne (voir Section 20.9). Les COV halogénés peuvent être utilisés pour cette technique, en association avec un stockage clos et des systèmes de déchets.

Avantages pour l'environnement : Des quantités réduites de déchets dangereux et une consommation réduite de solvants frais. En réutilisant les déchets dangereux (dans ce cas, les solvants), leur cycle de vie est prolongé.

Dans l'industrie automobile, généralement entre 80 et 90 % des solvants de nettoyage et de purge peuvent être récupérés, soit sur site, soit hors site, pour réutilisation.

Effets croisés : Le niveau sonore peut augmenter. Le risque de stockage est accru pour les produits dangereux.

Données d'exploitation : Pour une filtration et une distillation économiques, d'importantes quantités (plusieurs tonnes à la fois) sont généralement requises et sont généralement sous-traitées. Cela implique le stockage de quantités importantes de solvants à la fois propres et usagés. Il convient de prévoir un stockage adéquat pour recevoir à la fois les solvants usagés attendant d'être supprimés et les solvants propres retournés : en principe, les quantités devraient être égales si le taux d'utilisation reste inchangé.

Dans les procédés de prélaquage en continu, les solvants provenant des peintures usagées sont généralement récupérés et réutilisés dans des activités de nettoyage. Les déchets solides restants sont généralement incinérés hors site.

Applicabilité : Applicable dans les installations utilisant d'importantes quantités de solvants. La récupération des agents de nettoyage est couramment appliquée dans :

- * les installations d'héliogravure d'édition, d'impression offset à sécheur thermique, de flexographie et d'héliogravure d'emballage. Cependant, seules les installations d'héliogravure d'édition et d'impression offset utilisent plus de 200 litres d'agents de nettoyage par semaine.
- * le revêtement et l'impression d'emballages métalliques
- * la peinture des meubles, par exemple le revêtement des meubles de cuisine et de salle de bain en bois
- * l'industrie du fil de bobinage
- * l'industrie automobile.

Le nettoyage des solvants de purge est applicable dans toutes les industries utilisant des systèmes de conduites, par exemple l'alimentation en peinture et en encre est couramment appliquée dans l'industrie automobile.

Il faut prendre des précautions particulières afin que les solvants récupérés par distillation ou filtration (ou toute autre méthode) soient utilisés uniquement lorsque les spécifications techniques sont respectées. Ils peuvent alternativement être utilisés dans d'autres applications, ou retravaillés pour atteindre les spécifications requises (bien que cela soit généralement plus coûteux que l'achat de solvant frais).

Aspects économiques : Une économie sera réalisée grâce à la consommation réduite de solvants et à la quantité réduite de déchets dangereux. Dans les grandes installations, les économies s'équilibreront approximativement avec l'investissement. Par exemple, les coûts d'investissement pour la récupération des agents de nettoyage peuvent se situer dans une plage de 3 000 à 150 000 EUR selon, par exemple, la capacité du réservoir et l'automatisation.

La réutilisation des solvants usagés dangereux est une activité rentable. Elle est productive pour l'entreprise qui génère des solvants usagés, car elle n'a pas à payer pour le rejet des déchets dangereux. L'entreprise qui traite les solvants usagés obtient la quantité nécessaire de solvants en entrée de manière peu coûteuse et l'utilisateur final qui a besoin de solvants usagés traités dans ses procédés de fabrication achète ses matières premières à un prix compétitif.

L'installation d'un système de récupération de solvant classique dans l'industrie automobile coûte environ 0,4 million EUR par cabine de pulvérisation.

Moteurs de la mise en œuvre : Recyclage des solvants et réduction des émissions de COV.

Installations de référence : Les installations Ford en Europe.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [13, DFIU and IFARE, 2002] [62, CITEPA, 2003] [68, ACEA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.13.2 Traitement des solvants usagés pour réutilisation

20.13.2.1 Filtration

Voir aussi la Section 20.13.1.

Description : Les solutions de nettoyage sales, de SPEE ou d'ANV, peuvent être filtrées. Les solvants peuvent être réutilisés et le résidu d'eau peut normalement être rejeté dans une station d'épuration des eaux usées municipale.

Avantages pour l'environnement : Moins d'eaux usées et utilisation de moins de solvants frais.

Effets croisés : La filtration nécessite de l'énergie et des résidus aqueux sont rejetés. Le niveau sonore peut augmenter. L'impact sur l'environnement aquatique n'a pas été suffisamment pris en compte. Tout SPEE ou ANV dissous affectera considérablement la DCO et la DBO de l'eau rejetée dans une station d'épuration des eaux usées municipale.

Données d'exploitation : Des expériences ont été réalisées aux Pays-Bas avec des agents de nettoyage à faible volatilité dans des machines de nettoyage pour l'emballage souple. La filtration et la réutilisation de ces agents de nettoyage constituent une part importante de ces expériences.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [18, UBA Germany, 2003] [76, TWG, 2004]

20.13.2.2 Distillation

Voir aussi la Section 20.13.1.

Description : Les déchets à base de solvants, tels que les encres, les peintures et les adhésifs, peuvent être distillés pour récupérer le solvant et pour réduire la quantité de déchets dangereux. Il existe des équipements conçus spécifiquement pour la distillation.

Avantages pour l'environnement : La quantité de déchets dangereux est réduite et le solvant peut être réutilisé, par exemple pour le nettoyage.

Effets croisés : La distillation nécessite de l'énergie. Cependant, par rapport à l'incinération, qui crée du CO₂ et utilise aussi de l'énergie, il est probable que la distillation et la réutilisation économisent de l'énergie. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Les équipements de distillation doivent être installés et utilisés avec précaution. Les agents de nettoyage à point d'éclair élevé ont généralement un point d'ébullition également élevé. Pour ces solvants, seuls les équipements de distillation sous vide peuvent être appliqués (voir Section 20.12.4) ; dans ces situations, la filtration sur membrane peut être utilisée (voir Section 20.12.6). Il a été rapporté que des unités de distillation sous vide relativement petites (50 litres) sont déjà disponibles. De plus, la filtration sur membrane peut être coûteuse et une grande partie des solvants utilisés peuvent attaquer la membrane.

Il existe des machines de nettoyage avec équipements de distillation intégrés.

Dans les installations d'héliogravure d'édition (où le toluène est le seul diluant d'encre), les équipements pour la distillation des agents de nettoyage peuvent, si cela est adapté, être utilisés pour les encres usagées. La distillation des encres usagées seulement n'est pas rentable.

Applicabilité : Applicable dans les installations nouvelles et existantes. Applicable aux encres à base de solvants et aux adhésifs.

Aucune distillation des encres usagées n'est réalisée dans l'héliogravure d'édition car seulement quatre couleurs sont utilisées et il y a peu d'encres usagées.

Dans l'héliogravure d'emballage, la distillation des encres usagées est de moins en moins utilisée car il y a moins d'encres usagées en raison de l'application du mélange automatique des encres (voir Section 20.6.3.1).

Lorsque la distillation sur site n'est pas rentable, des distilleries externes peuvent être utilisées, par exemple dans l'héliogravure d'édition.

Cette technique est utilisée dans l'industrie automobile lorsque les solvants récupérés peuvent être utilisés pour des procédés présentant des exigences moindres concernant la qualité, comme pour le nettoyage en général.

Aspects économiques : Les coûts d'investissement démarrent à 10 000 EUR pour les plus petites installations de distillation sous vide selon, par exemple, la capacité du réservoir et l'automatisation. Il y a des coûts additionnels si les équipements existants de distillation des agents de nettoyage peuvent être utilisés.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [14, DFIU and IFARE, 2002] [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.13.3 Chiffons de nettoyage jetables

Description : Le nettoyage peut être réalisé avec des chiffons jetables et réutilisables. Une fois sales, les chiffons jetables sont jetés et traités comme des déchets dangereux. Cela implique généralement une incinération.

Les chiffons jetables sont généralement composés de fibres synthétiques. Par unité de poids, ils peuvent contenir beaucoup plus d'agents de nettoyage et de saletés que les chiffons réutilisables. Après utilisation, ils sont incinérés avec leur contamination. Les chiffons jetables étant légers, l'incinération du dépôt qui provient du nettoyage des chiffons réutilisables offre peu d'avantages par rapport à l'incinération des chiffons complètement jetables.

Les propriétés d'adsorption des chiffons jetables sont bien meilleures que celles des chiffons réutilisables, par conséquent un poids et un volume inférieurs sont requis. La quantité de matière à transporter est donc largement inférieure.

Avantages pour l'environnement : Il n'y a pas de différence environnementale claire entre les chiffons réutilisables et les jetables. Il n'y a pas de préférence environnementale non plus.

Effets croisés : Des matières premières sont consommées lors de la production des chiffons jetables.

Données d'exploitation : Un facteur important jouant en faveur des chiffons jetables est le dommage qui pourrait être causé aux surfaces très fragiles, telles que les plaques offset et les cylindres d'héliogravure, par un chiffon réutilisable qui n'aurait pas été complètement débarrassé des contaminants provenant d'utilisations antérieures.

Applicabilité : Les chiffons jetables sont couramment utilisés dans tous les types d'industries, par exemple dans l'impression et l'industrie du prélaquage en continu.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003] [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.13.4 Chiffons de nettoyage réutilisables

Description : Le nettoyage peut être réalisé avec des chiffons jetables et réutilisables. Les chiffons réutilisables sont en général loués. Une fois qu'ils sont sales, ils sont renvoyés à la société de location, où ils sont nettoyés et remis en service.

Les chiffons réutilisables sont composés de fibres textiles naturelles. Après utilisation, ils sont nettoyés avec des solvants, puis séchés. Le solvant contaminé est distillé et le dépôt est incinéré comme déchet dangereux. Les procédés de lavage, de séchage et de distillation des chiffons réutilisables augmentent les émissions de solvant.

Les chiffons réutilisables étant bien moins adsorbants que les jetables, un poids et un volume bien plus grands sont requis. La quantité de matière à transporter est donc beaucoup plus importante pour la même quantité de nettoyage. Cependant, les chiffons réutilisables génèrent moins de déchets que les chiffons jetables.

Avantages pour l'environnement : Il n'y a pas de différence environnementale claire entre les chiffons réutilisables et les jetables. Il n'y a pas de préférence environnementale non plus.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Les chiffons réutilisables sont plus résistants et épais que les chiffons jetables. Cela les rend adaptés à une utilisation dans des situations où la force manuelle et des mouvements répétitifs sont nécessaires pour nettoyer l'objet. Cette force n'est pas utilisée sur les surfaces délicates.

Applicabilité : Les chiffons réutilisables sont couramment utilisés dans tous les types d'industries, par exemple dans l'impression et l'industrie du prélaquage en continu.

Les chiffons de nettoyage réutilisables sont trop durs pour la finition des pièces de fabrication en bois.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [18, UBA Germany, 2003] [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004]

20.13.5 Récupération des solvants usagés issus des chiffons

Description : La majorité des solvants présents dans les chiffons peuvent être éliminés grâce à un drainage par gravité, paressoreuse ou par centrifugeuse avant le transport.

Cette technique est une réponse aux mauvaises pratiques qui consistent à utiliser trop de solvant et à verser l'excédent de solvant usagé sur les chiffons pour ne pas avoir à les rejeter séparément.

Avantages pour l'environnement : Les solvants récupérés peuvent être utilisés à nouveau pour le nettoyage ou, s'ils sont trop sales, être distillés et réutilisés (voir Section 20.13.2.2). Un poids moindre doit être transporté. De plus, les émissions sont réduites durant le stockage et le transport.

Effets croisés : Des émissions sur site provenant de la manipulation nécessaire pour retirer les solvants des chiffons. Le niveau sonore peut augmenter.

Données d'exploitation : Couramment appliqué dans l'industrie de l'impression aux États-Unis.

Applicabilité : Applicable à toutes les installations d'impression utilisant des chiffons de solvant. Les chiffons peuvent être réutilisables ou jetables.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [53, US EPA et al., 2003] [76, TWG, 2004]

20.13.6 Conteneurs réutilisables

Description : Beaucoup de matières premières sont livrées dans des conteneurs réutilisables, comme les grands récipients pour vrac (GRV) ayant une contenance d'environ 1 tonne ou les bidons métalliques standard de 200 litres, etc. Ces conteneurs peuvent être retournés pour réutilisation ou être réutilisés pour contenir des solvants. L'incorporation d'un revêtement intérieur qui n'est pas réactif avec le contenu et peut être rejeté peut permettre d'éviter d'endommager les bidons ouverts de 200 litres et rendre leur réutilisation plus aisée.

Avantages pour l'environnement : Déchets réduits.

Effets croisés : Avant réutilisation, les conteneurs doivent être nettoyés, généralement hors site.

Données d'exploitation : Les grandes installations d'impression offset appliquent une alimentation d'encre directe par des systèmes de conduites. Les solvants utilisés comme agents de nettoyage sont aussi souvent contenus dans des conteneurs réutilisables. Le fait d'utiliser moins de conteneurs de déchets et de plus grands conteneurs permet d'alimenter directement les presses en encre par des systèmes de conduites.

Un inconvénient peut être le fait que la réutilisation de conteneurs d'encre et de solvants vides nécessite un retour de ces conteneurs chez les fabricants. Le commerce de l'encre étant international, cela impliquerait que les conteneurs métalliques vides soient collectés, stockés puis transportés à travers toute l'Europe.

Applicabilité : Applicable à toutes les installations utilisant des quantités importantes de matières.

Dans l'impression offset à sécheur thermique, les couleurs standards sont livrées dans des conteneurs réutilisables.

Dans l'emballage souple, les nombreuses couleurs utilisées restreignent l'applicabilité de cette technique. La quantité d'encre par couleur ne garantit pas le retour des conteneurs au fournisseur, à l'exception probable de l'encre blanche, de certaines peintures et de certains adhésifs. Les conteneurs dans lesquels les encres ont été alimentées sont réutilisés sur place. Ils sont utilisés pour les mélanges de couleurs, pour diluer les encres et pour transporter les encres vers les presses. Ils sont fréquemment nettoyés et réutilisés à nouveau plusieurs fois.

Les conteneurs de grande capacité réutilisables pour les peintures sont couramment appliqués dans les installations de prélaquage en continu. Ils sont aussi utilisés dans l'industrie du fil de bobinage et sont renvoyés au fournisseur après utilisation.

Aspects économiques : L'encre et les solvants livrés en grande quantité dans des conteneurs de grande capacité réutilisables sont souvent moins coûteux et moins de déchets sont à rejeter.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [4, Intergraf and EGF, 1999] [58, ECCA, 2004] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.13.7 Traitement du charbon actif usagé

L'adsorption peut être utilisée pour traiter les gaz résiduels (voir Section 20.11.6.1). Lorsque la surface de l'adsorbant a adsorbé presque autant de matériau que possible, l'efficacité d'adsorption diminue. L'adsorbant est alors généralement régénéré par désorption des solvants retenus (ainsi que des autres matières). Cela peut se faire sur site (voir Section 20.11.6.1) ou hors site (voir Section 20.13.7.2, ci-dessous). L'adsorbant collecte aussi des matières qui ne sont pas désorbées et qui occupent des proportions de plus en plus importantes de la surface, entraînant une baisse de l'efficacité d'élimination des polluants visés. L'adsorbant peut être régénéré par traitement thermique (voir Section 20.13.7.1).

20.13.7.1 Récupération sur site du charbon actif usagé et d'autres adsorbants

Description : Comme pour les solvants dans les gaz résiduels, le charbon adsorbe aussi des matières qui ne sont pas désorbées dans le procédé d'élimination/régénération de solvants (voir Section 20.11.6.1), comme les solvants non récupérables, les ralentisseurs et les plastifiants. Cela réduit l'efficacité des adsorbants usagés au bout d'un certain temps. L'adsorbant peut, dans certains cas, être régénéré sur site ou hors site par traitement thermique.

Avantages pour l'environnement : Prolonge la vie de l'adsorbant.

Effets croisés : De l'énergie est utilisée pour la régénération. Le traitement thermique peut augmenter les émissions provenant des matières adsorbées et de leurs produits de décomposition.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : On réalise des économies en achetant des adsorbants frais ; cependant, les coûts en énergie doivent être pris en compte.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [128, TWG, 2005].

20.13.7.2 Régénération/élimination des solvants hors site du charbon actif usagé et d'autres adsorbants

Description : Les gaz résiduels chargés de solvants passent dans un adsorbant avec du charbon actif ou un autre adsorbant. Il peut s'agir d'une cartouche contenant de l'adsorbant qui est placée sur la ventilation. Une fois saturée, la cartouche contenant l'adsorbant est renvoyée au fournisseur pour régénération. Lorsque les gaz résiduels contiennent plusieurs solvants différents, la récupération des solvants est un procédé compliqué. Dans ce cas, la régénération peut être réalisée plus efficacement par des sociétés spécialisées.

Avantages pour l'environnement : Consommation réduite d'adsorbant.

Effets croisés : La régénération hors site nécessite un type d'adsorbant assez résistant pour être transporté.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les cartouches sont particulièrement adaptées aux débits faibles avec une charge faible ; les charges importantes nécessiteraient des changements de cartouche fréquents. Elles sont souvent utilisées pour réduire les odeurs.

Particulièrement adapté aux installations appliquant un seul type de solvant.

Non appliqué dans les ateliers de peinture de véhicules, mais dans d'autres ateliers de pièces de fabrication dans l'industrie automobile.

Aspects économiques : Pour un flux d'air de 7 000 m³/h et < 20 t/an de solvants, les coûts sont supérieurs à 100 000 EUR par an. Cependant, pour les flux faibles, l'application des cartouches est un système à faible investissement.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [35, Aminal, et al., 2002] [14, DFIU and IFARE, 2002] [60, ESIG, 2000] [75, Jansen, 2005] [76, TWG, 2004] [128, TWG, 2005]

20.13.7.3 Incinération du charbon actif usagé et d'autres adsorbants

Description : Si le charbon actif ou d'autres adsorbants ne peuvent pas être régénérés, ils sont généralement rejetés par incinération.

Avantages pour l'environnement : Le charbon ou les autres adsorbants qui ne sont utilisés qu'une fois peuvent généralement adsorber plus de solvants que ceux qui peuvent être régénérés.

Effets croisés : La quantité totale à incinérer est plus importante car non seulement le solvant, mais aussi le charbon, est incinéré et par conséquent plus de charbon est consommé.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [35, Amino, et al., 2002] [14, DFIU and IFARE, 2002] [60, ESIG, 2000] [128, TWG, 2005].

20.13.8 Boues provenant des eaux usées

Les techniques de traitement et de gestion des boues provenant des eaux usées sont décrites plus en détail dans le BREF STM [59, EIPPCB, 2005], le BREF CWW [67, EIPPCB, 2003], ainsi que dans les textes spécialisés tels que la référence [93, Agences de l'Eau de France, et al. 2002].

20.13.8.1 Centrifugeuse

Description : Les centrifugeuses sont utilisées pour le drainage forcé des résidus de peinture. Les résidus de peinture sont rejetés, mais le fluide est généralement renvoyé vers le traitement des eaux usées.

Bénéfices sur l'environnement : Manipulation plus aisée des déchets. Moins de déchets solides ou de boues à rejeter.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Des teneurs en eau de 50 à 70 % peuvent être obtenues.

Applicabilité : Ces techniques sont appliquées dans l'industrie automobile si la teneur en eau après sédimentation ou flottation est toujours trop élevée. Dans le cas de boues de phosphate, les filtres-presses peuvent être utilisés comme alternative.

Aspects économiques : Réduction des coûts de transport et de rejet des résidus de peinture.

Moteurs de la mise en œuvre : Réduction des coûts, exigences légales.

Installations de référence : VW, Emden, Allemagne.

Littérature de référence : [59, EIPPCB, 2005] [76, TWG, 2004]

20.13.8.2 Filtre-presse

Description : Les boues de phosphate séparées par sédimentation (par exemple, avec une lamelle séparatrice) sont souvent déshydratées en utilisant des filtres-presses avec des filtres en tissu.

Bénéfices sur l'environnement : Une manipulation et un rejet des déchets plus aisés. Un volume et un poids de déchets réduits.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Des teneurs en eau de 40 à 60 % peuvent être obtenues.

Applicabilité : Ces techniques sont couramment appliquées dans l'industrie automobile.

Aspects économiques : Des coûts inférieurs de transport et de rejet des résidus de peinture.

Moteurs de la mise en œuvre : Réduction des coûts, exigences légales.

Installations de référence : Couramment appliqué.

Littérature de référence : [59, EIPPCB, 2005] [76, TWG, 2004]

20.14 Réduction de la poussière

Pour les techniques de réduction dans le procédé de la poussière ou des émissions de particules des cabines de pulvérisation, voir Sections 20.7.4.1, 20.7.4.2 et 20.7.4.3. Pour la réduction au point de rejet, voir Section 20.11.3 : Prétraitement des gaz résiduaires).

20.15 Réduction des odeurs

De nombreux procédés utilisant des solvants ont des impacts olfactifs. Cependant, les mesures dans le procédé et au point de rejet pour réduire les émissions de solvant ainsi que l'installation de hautes cheminées pour les émissions de gaz résiduaires permettent également de résoudre ces problèmes, voir Section 20.10 : Substitution et Section 20.11 : Traitement des gaz résiduaires).

20.15.1 Ventilation des réservoirs durant les livraisons de matériaux à base de solvants

Description : Durant les livraisons de matériaux contenant des solvants, les vapeurs présentes dans les conduits et dans l'espace de tête du réservoir sont ventilées ou peuvent être entraînées dans la ventilation inversée (voir Section 20.2.2). Lorsque la ventilation inversée n'est pas utilisée ou est impossible en raison, par exemple, de la longueur importante des tuyaux, de la contre-pression ou des accords contractuels concernant les livraisons, et qu'on utilise des ventilations déportées, celles-ci doivent être situées de manière à empêcher l'apparition d'odeurs nauséabondes au-delà des limites du site.

Bénéfices sur l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Couramment appliqué.

Littérature de référence : [121, UK, et al., 2003] [128, TWG, 2005] [164, Verspoor, 2006]

20.16 Réduction du bruit

Description : C'est une bonne pratique que de réduire le bruit de l'installation de manière à ce que l'impact sur les cibles sensibles ne soit pas significatif. Du bruit peut être généré :

- * dans le procédé, en particulier par les machines à mouvement rapide (comme les plieuses et les massicots dans les procédés d'impression, l'équipement de compostage et d'étirage, les convoyeurs rapides, etc.)
- * par les activités et équipements associés tels que les compresseurs d'air, les systèmes d'extraction d'air/de gaz résiduaires, les oxydants de gaz résiduaires, etc.).

Le bruit peut être éliminé ou réduit par :

- * des procédés et des solutions d'ingénierie :
 - des mesures d'ingénierie de contrôle du bruit lorsque cela est requis, comme l'installation de silencieux sur les grands ventilateurs, l'utilisation d'enceintes acoustiques
 - éviter de choisir des équipements ayant un niveau sonore élevé, etc.
 - l'encoffrement des presses et des autres sources de bruit
- * des systèmes de gestion :

- une maintenance préventive efficace des installations bruyantes, par exemple en remplaçant les roulements sur les moteurs des ventilateurs
- le transport des livraisons peut aussi avoir un impact localement et peut être géré en réduisant les livraisons et/ou en gérant les heures de livraison
- l'exploitation efficace d'une installation inclut la fermeture des baies de livraison et des portes du lieu de travail.

Avantages pour l'environnement : Bruit réduit. Une maintenance préventive des ventilateurs et des moteurs peut réduire la consommation d'énergie.

Effets croisés : L'utilisation de silencieux peut entraîner une augmentation d'énergie, étant donné que les chutes de pression augmentent.

La fermeture des portes de baie peut augmenter la demande en ventilation interne et en refroidissement.

Données d'exploitation : Spécifique du site.

Applicabilité : Applicable dans les installations nouvelles et existantes, par exemple pour l'impression offset à sécheur thermique et l'héliogravure d'édition (où les plieuses/massicots sont généralement encoffrés), mais pas dans le procédé d'impression par rotative (où le produit se trouve sur les rouleaux).

Aspects économiques : Au cas par cas, mais il n'y a pas de retour sur investissement en général. Augmentation des coûts de ventilation, les baies de livraison et les portes du lieu de travail étant fermées.

Moteurs de la mise en œuvre : Éviter les plaintes concernant le bruit. Respect de la législation en matière de santé professionnelle (qui impose souvent d'encoffrer les sources de bruit pour éviter les niveaux élevés à l'extérieur de l'installation).

Installations de référence : Largement utilisé.

Littérature de référence : [111, Eurofer, 2003] [128, TWG, 2005]

21 MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES POUR LE TRAITEMENT DE SURFACE UTILISANT DES SOLVANTS ORGANIQUES

Introduction

Pour mieux comprendre ce chapitre et son contenu, le lecteur est invité à lire la préface de ce document, en particulier la Section 5 « Comprendre et utiliser ce document ». Les techniques et la consommation et/ou les niveaux d'émission associés, ou les plages de ces niveaux, présentés dans ce chapitre ont été définis d'après un processus itératif qui suit les étapes suivantes :

- * identification des principaux enjeux environnementaux pour le traitement de surface avec des solvants organiques. Ces enjeux concernent les émissions de solvants dans l'air, la consommation d'énergie, les émissions de solvants dans l'eau (et notamment dans les eaux souterraines), la contamination des sols par les solvants, et les déchets
- * étude des techniques les mieux adaptées pour traiter ces questions clés
- * identification des niveaux de performance environnementale les plus élevés sur la base des informations disponibles dans l'Union Européenne et dans le monde
- * étude des conditions qui permettent d'atteindre ces niveaux de performance, comme les coûts, les effets croisés d'un milieu à un autre, les moteurs de la mise en œuvre de ces techniques
- * choix des meilleures techniques disponibles (MTD) et de la consommation et/ou des niveaux d'émission associés pour ce secteur en général, dans tous les cas conformément à l'Article 2(11) et à l'Annexe IV de la Directive.

Une expertise réalisée par le Bureau européen de l'IPPC et le Groupe de travail technique (TWG) correspondant a joué un rôle essentiel dans chacune de ces étapes et dans la manière dont l'information est rapportée ici.

Sur la base de cette évaluation, les techniques et, dans la mesure du possible, les consommations et les niveaux d'émissions associés à l'utilisation des MTD sont présentés dans ce chapitre, qui est considéré comme étant adapté au secteur dans son ensemble, et reflètent dans de nombreux cas la performance actuelle de certaines installations du secteur. Lorsque les consommations et niveaux d'émissions « associés aux meilleures techniques disponibles » sont précisés, ils ne le sont que pour comprendre que ces niveaux représentent la performance environnementale qui pourrait être envisagée par anticipation dans ce secteur, par l'application des techniques décrites, tout en gardant à l'esprit le rapport coût/avantages inhérent présenté dans la définition des MTD. Cependant, ces niveaux ne constituent pas des valeurs limites d'émission ou de consommation et ne doivent pas être appréhendés comme tels. Dans certains cas, il peut être techniquement possible d'atteindre des consommations et niveaux d'émissions plus performants, mais en raison du coût encouru ou des incidences sur l'environnement, il n'a pas été jugé approprié d'intégrer ces techniques aux MTD de ce secteur. Cependant, de tels niveaux peuvent être considérés comme justifiés dans des cas plus spécifiques qui présentent des moteurs de mise en œuvre particuliers.

Les consommations et niveaux d'émissions associés à l'utilisation des MTD doivent être considérés selon des conditions de référence spécifiques (par exemple des périodes moyennes).

Il faut bien distinguer le concept de « niveaux associés aux MTD » décrit ci-dessus et le terme « niveau pouvant être atteint », utilisé dans le reste du document. Lorsqu'un niveau est décrit comme « pouvant être atteint » grâce à une technique particulière ou à l'association de plusieurs techniques, cela signifie que l'on suppose que le niveau peut être atteint après une durée significative d'application des techniques au sein d'un procédé ou d'une installation correctement entretenue et exploitée.

Lorsqu'elles sont disponibles, les informations relatives aux coûts ont été fournies avec la description des techniques présentées dans le chapitre précédent. Elles donnent une indication globale des coûts nécessaires. Cependant, le coût réel de l'application d'une technique dépendra fortement de la situation en question, par exemple les impôts, les taxes et les caractéristiques techniques de l'installation concernée. Il est impossible d'évaluer de manière exhaustive ce type de facteurs spécifiques du site dans le présent document. En l'absence d'informations sur les coûts, les conclusions sur la viabilité économique des techniques sont basées sur l'observation des installations existantes.

Il est entendu que les MTD génériques de ce chapitre constituent une référence qui permettra de juger les performances actuelles des installations existantes ou de juger les demandes de nouvelles installations. Elles aideront ainsi à définir les conditions appropriées « basées sur les MTD » pour l'installation ou à mettre au point des règles générales contraignantes au titre de l'Article 9(8). Il est prévu que les nouvelles

installations soient conçues pour fonctionner de manière au moins aussi performante que les MTD présentées ici. On considère également que les installations existantes pourront évoluer vers les niveaux des MTD génériques ou mieux, sous réserve de l'applicabilité technique et économique de ces MTD dans chaque cas.

Les documents de référence sur les MTD ne fixent pas de normes juridiquement contraignantes, mais donnent des informations à l'intention des entreprises, des États membres et du public sur les niveaux d'émission et de consommation qu'il est possible d'atteindre en utilisant certaines techniques. Les valeurs limites appropriées pour chaque cas particulier devront être déterminées en tenant compte des objectifs de la Directive IPPC et de considérations locales.

Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre

1. Le secteur du « traitement de surface utilisant des solvants organiques » regroupe un grand nombre d'industries aussi différentes les unes que les autres quant à leur complexité, leur taille et la nature de leurs activités (celles-ci sont traitées dans les Chapitres 2 à 19). Les techniques considérées pour déterminer les MTD sont abordées à la Section 4 de chaque chapitre spécifique à un secteur industriel. Cependant, on retrouve les mêmes enjeux environnementaux clés dans tous les secteurs industriels, et les techniques qui s'y rapportant ont également été définies pour être appliquées de manière générale à plus d'un secteur industriel, ce qui permet de décrire la majorité des techniques dans le Chapitre 20. Il est donc vivement recommandé de lire ce chapitre sur les MTD (Chapitre 21) en parallèle avec le Chapitre 20, ainsi qu'avec la Section 4 des Chapitres 2 à 19, qui décrivent les industries concernées. Pour aider l'utilisateur, les références croisées au Chapitre 20 et aux autres sections sont indiquées dans le présent chapitre (Chapitre 21).

2. Dans ce chapitre, les conclusions des MTD pour le secteur sont définies à deux niveaux. La Section 21.1 traite des conclusions des MTD génériques, c'est-à-dire celles qui s'appliquent de manière générale à l'ensemble du secteur. À partir de la Section 21.2, les conclusions des MTD sont spécifiques à chaque secteur industriel. Ainsi, la MTD pour une installation spécifique de traitement de surface associe :

- * les techniques générales ou communes au secteur (Section 21.1)
- * les techniques spécifiques du secteur industriel et applicables à ce cas particulier (Section 21.2 et suivantes).

S'il existe des exceptions connues à l'application d'une MTD dans certains cas ou certaines situations, cela sera indiqué dans la section appropriée.

3. Lorsque des procédés de traitement de surface à base d'eau (tels que définis à l'Annexe 2.6 de la Directive IPPC) sont appliqués en association avec des procédés à base de solvants (tels que définis à l'Annexe 6.7 de la Directive IPPC), la MTD appropriée pour les traitements à base d'eau peut être consultée dans le BREF STM⁶. Le BREF STM s'applique essentiellement au nettoyage/dégraissage à base d'eau, à la passivation, à la phosphatation ou à tout autre traitement chimique à base d'eau et au rinçage à l'eau. Les techniques et les MTD associées pour remplacer les procédés à base de solvants par des procédés à base d'eau sont décrites dans ce document.

4. D'autres techniques et les informations sur lesquelles elles se basent peuvent être consultées dans d'autres documents de références IPPC, et notamment dans le BREF CWW⁷, le BREF sur le stockage⁸ et le BREF sur la surveillance⁹.

Les conclusions des MTD de ces documents n'ont pas été validées pour les procédés de revêtement par solvants mais lorsque les conditions physiques et/ou chimiques sont identiques et en tenant compte de la viabilité économique, ces conclusions peuvent s'appliquer à ce secteur.

Quelques questions clés pour aider les utilisateurs/lecteurs de ce chapitre

⁶ Document de référence sur les MTD sur le traitement de surface des métaux et des matières plastiques [59, EIPPCB, 2005]

⁷ Document de référence sur les MTD pour les systèmes communs de traitement et de gestion des eaux et des gaz résiduels dans l'industrie chimique 67 BEPRIP (2003). « Document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour les systèmes communs de traitement et de gestion des eaux et des gaz résiduels dans l'industrie chimique », Commission Européenne.

⁸ Document de référence sur les MTD pour les émissions dues au stockage 91 BEPRIP (2005). « Document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour les émissions dues au stockage ».

⁹ Document de référence sur les principes généraux de surveillance 113 BEPRIP (2003). « Document de référence sur les principes généraux de surveillance ».

Lors de la rédaction de ce document, de nombreuses questions particulièrement importantes sont apparues concernant les principaux enjeux environnementaux. La connaissance de ces enjeux peut aider les utilisateurs/lecteurs :

5. De nombreuses installations de ce secteur sont déjà soumises à d'autres réglementations spécifiques relatives à leurs émissions dans l'air – dans certains cas, depuis de nombreuses années. Ces réglementations incluent l'application de valeurs limites d'émission (VLE) pour certaines substances émises dans l'air. Notamment, la Directive 1999/13/CE du Conseil (Directive relative aux émissions de solvants) comprend différentes VLE pour les gaz résiduels, les émissions diffuses ou totales, ainsi qu'un schéma alternatif de réduction avec des émissions cibles et des conseils pour remplacer les solvants dangereux (substitution) (voir la Préface et l'Annexe 24.2).

6. Il est essentiel, lors de l'interprétation des niveaux d'émission et de performance associés à l'utilisation d'une MTD telle qu'exposée dans ce chapitre, que l'utilisateur/lecteur comprenne les points suivants :

- * les valeurs d'émission et de performance citées comme étant associées à l'utilisation d'une MTD ne sont pas les mêmes que les valeurs limites d'émission (VLE), notamment dans la DES (voir l'Introduction ci-dessus)
- * dans l'UE, lorsqu'il y a des doutes sur la compétence nationale ou locale, les VLE sont définies et appliquées de différentes manières
- * le respect des VLE précisées sur les permis ou dans les législations se traduit naturellement par des valeurs d'émission et de performance inférieures à ces VLE
- * les valeurs d'émission peuvent être exprimées de différentes manières, comme des moyennes sur différentes périodes (par exemple une heure, 24 heures, à tout moment) ou selon différentes concentrations (par exemple en mg de C/Nm³, en mg de COV/m³, etc.)
- * dans la mesure du possible, les niveaux d'émission et de performance associés à l'utilisation d'une MTD sont indiqués en termes de production (par exemple, les COV en % (m/m) de l'apport en encre solide, en g/m² de la zone de revêtement électrolytique, en kg de COV par kg de matières solides en entrée, etc.). Dans la plupart des cas, ces indications se rapportent à la DES et sont utilisées par les industries et les autorités réglementaires pour prouver le respect des VLE définies dans la DES ou la conformité au schéma de réduction. Les mêmes indications sont utilisées ici pour tirer profit des informations existantes et conserver une certaine cohérence avec celles-ci. Elles sont expliquées plus en détail dans l'Annexe 24.2.

7. Les MTD impliquent la prise en compte des coûts, des avantages et des effets croisés (voir l'Introduction, ci-dessus). Pour ces raisons, on n'anticipe pas qu'une installation fonctionnerait avec tous ces paramètres aux niveaux les plus bas dans toutes les plages associées aux MTD.

8. La rapidité avec laquelle une MTD ou une sélection de MTD peuvent être mises en œuvre dans une installation, et la position de cette installation dans la plage de niveaux associés aux MTD, peuvent dépendre de différents facteurs, tels que (voir [97, EIPPCB, 2005]) :

- * l'âge de l'installation (nouvelle ou existante), ainsi que l'âge et la conception de l'équipement
- * l'avancement de l'installation dans son cycle d'investissement
- * la complexité des procédés et le choix concret des techniques utilisées
- * pour une nouvelle installation ou une mise à niveau importante, le degré d'implication dans les techniques choisies
- * la capacité et les volumes de production, ainsi que la diversité des produits fabriqués
- * le type de traitements appliqués et les exigences de qualité (comme le référencement des couleurs)
- * l'espace disponible
- * le coût, la « disponibilité » et la fiabilité des techniques sur une échelle de temps requise par l'exploitant
- * le temps nécessaire pour modifier les activités (y compris les changements de structure) au sein d'une installation et de quelle manière ces changements sont optimisés par rapport aux exigences de production
- * les coûts, les avantages et les effets croisés d'une réduction progressive des émissions de solvants
- * les nouvelles techniques et les techniques émergentes qui permettent de réduire plus facilement les émissions de COV à un moindre coût financier et environnemental.

9. Développement : certains exploitants et/ou fournisseurs peuvent obtenir des résultats satisfaisants avec une technique qui a pu être utilisée sans succès par d'autres utilisateurs dans des conditions apparemment similaires ou qu'ils n'ont pas considérée comme étant un schéma d'investissements valable

pour obtenir un résultat environnemental garanti. La durée de développement peut être très longue (plusieurs années) avant qu'une technique fonctionne de manière stable à son niveau d'émission ou de consommation le plus faible, qu'elle puisse être commercialement viable et/ou qu'elle puisse être appliquée à d'autres activités.

10. Les améliorations apportées à l'environnement ne seront pas nécessairement régulières (par exemple, d'une année sur l'autre, 2 % de réduction des émissions, amélioration de 5 g/m² tous les cinq ans, etc.), car les modifications importantes dépendent par exemple fortement de l'investissement en capital, des grands travaux d'ingénierie et de la disponibilité des substituts sur le marché, comme indiqué précédemment.

11. La demande des clients (y compris les clients internes comme les services marketing) peut exercer des pressions des deux manières suivantes :

- * de manière opposée aux améliorations environnementales, pour utiliser des traitements ou réaliser des finitions qui utilisent nécessairement des techniques consommant de grandes quantités de solvants sources de COV, avec les émissions qui y sont associées, par exemple les finitions de peinture métallique pour les bus
- * de la même manière, certaines finitions ou normes ne peuvent être atteintes qu'avec des procédés sans solvants ou à base de faibles quantités de solvants, comme les adhésifs à 2 composants que l'on trouve dans les emballages souples.

21.1 Meilleures techniques disponibles applicables à toutes les industries du secteur

MTD POUR LE MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL

De nombreuses techniques de management environnemental sont définies comme MTD. La portée (par exemple le niveau de détails) et la nature du SME (par exemple s'il est normalisé ou non) seront généralement liées à la nature, à l'échelle et à la complexité de l'installation, ainsi qu'à l'importance des impacts environnementaux que le système peut avoir.

12. La MTD consiste à mettre en œuvre et à se conformer à un système de management environnemental (SME) qui inclut, selon les circonstances, les caractéristiques suivantes (voir Section 20.1.1) :

- * la définition d'une politique environnementale pour l'installation par les cadres dirigeants (l'engagement de ces cadres dirigeants est considéré comme un prérequis à la réussite des autres caractéristiques du SME)
- * la planification et la définition des procédures nécessaires
- * la mise en œuvre des procédures, avec une vigilance particulière pour :
 - la structure et les responsabilités
 - la formation, l'information et les compétences
 - la communication
 - l'implication des employés
 - la documentation
 - le contrôle efficace des procédés
 - un programme de maintenance
 - une préparation et une réponse aux situations d'urgence
 - le maintien de la conformité à la législation environnementale.
- * la vérification des performances et l'application des actions correctives, avec une vigilance particulière pour :
 - la surveillance et les mesures (voir également le document de référence sur la surveillance des émissions)
 - les actions correctives et préventives
 - le suivi et maintien à jour des registres
 - des audits internes indépendants (si possible) afin de déterminer si le système de management environnemental est conforme aux dispositions prévues et s'il a été mis en œuvre et suivi correctement.
- * un contrôle réalisé par les cadres dirigeants (revue de direction).

Trois autres caractéristiques qui viennent en complément des précédentes sont considérées comme des mesures de soutien. Cependant, l'absence de celles-ci n'est pas incohérente avec les MTD. Ces trois mesures supplémentaires sont les suivantes :

- * demander à un organisme de certification habilité ou à un vérificateur SME externe d'examiner et de valider le système de management et la procédure d'audit
- * préparer et publier (et éventuellement obtenir une validation extérieure) une déclaration environnementale type décrivant tous les aspects environnementaux significatifs de l'installation, permettant une comparaison d'une année sur l'autre avec les objectifs et les cibles environnementaux, ainsi qu'avec les références du secteur, le cas échéant
- * mettre en œuvre et se conformer à un système approuvé de manière volontaire au niveau international comme le SMEA ou la norme EN ISO 14001:2004. Cette étape volontaire pourrait donner plus de crédibilité au SME. C'est notamment le cas du SMEA, qui regroupe toutes les caractéristiques mentionnées précédemment. Cependant, les systèmes non normalisés peuvent être en principe aussi efficaces sous réserve d'être correctement élaborés et mis en œuvre.

13. Pour ce secteur industriel en particulier, il est également important de prendre éventuellement en compte les caractéristiques suivantes pour le SME :

- * calendrier pour la réduction de l'empreinte environnementale d'une installation (voir MTD 14 ci-dessous)
- * mise en place régulière de références internes pour l'industrie et l'installation, dont :

- les consommations de matières premières, d'énergie et d'eau, y compris l'utilisation efficace de ces apports
- les émissions dans l'air et dans l'eau et la génération de déchets
- * choix des matières d'apport
- * prise en compte de l'impact environnemental du déclassement final d'une unité dès le stade de la conception d'une nouvelle installation ou de la modification d'une ancienne installation
- * prise en compte du développement de technologies plus propres.

14. La MTD consiste à réduire au maximum l'empreinte environnementale de l'installation en planifiant des actions et des investissements à court, moyen et long termes pour obtenir des améliorations progressives, en tenant compte du rapport coûts-avantages et des effets croisés (voir Section 20.1.2), notamment grâce aux éléments suivants :

- * la surveillance interne et la mise en place de références pour les consommations et les émissions, voir Section 20.1.3
- * la mise en œuvre d'un plan de gestion des solvants, voir Section 20.3.1
- * la compréhension des relations qu'il existe entre ces consommations et ces émissions dans le(s) procédé(s)
- * l'identification des points à améliorer et le respect des MTD
- * la définition de priorités pour les actions et investissements identifiés
- * l'élaboration d'un calendrier de mise en œuvre.

CONCEPTION, CONSTRUCTION ET EXPLOITATION DES INSTALLATIONS

Prévention de rejets/émissions imprévus

15. La MTD consiste à concevoir, construire et exploiter une installation en prévenant la pollution due à des émissions imprévues par l'identification des risques et des voies de transfert, un classement simple du potentiel de risque et la mise en œuvre d'un plan d'action à trois niveaux pour la prévention de la pollution (voir Section 20.2.1). Cela sera particulièrement utile pour éviter la contamination des eaux souterraines et des sols, ainsi que pour aider à la décontamination des sites suite à une cessation d'activité. La complexité de l'approche pourra varier selon la taille et la complexité de l'installation, et selon le potentiel de risque identifié. Pour réduire au maximum les rejets imprévus, les étapes doivent inclure des mesures répondant à l'ensemble des points suivants :

Étape 1 :

- * prévoir des dimensions suffisantes pour l'installation
- * confiner les zones identifiées comme présentant un risque de déversement de produits chimiques en utilisant des matériaux appropriés pour établir des barrières étanches, et identifier tous les accès possibles aux égouts comme des tuyaux d'évacuation et des trappes de visite, et les sceller de manière appropriée
- * assurer la stabilité des lignes et des composants du procédé (y compris les équipements rarement ou temporairement utilisés).

Étape 2 :

- * s'assurer que les réservoirs de stockage utilisés pour les matériaux à risque sont protégés par des techniques de construction comme des réservoirs à double peau ou en les plaçant dans l'enceinte des zones confinées
- * s'assurer que les réservoirs d'exploitation des lignes des procédés sont situés dans une zone confinée
- * lorsque des liquides sont pompés entre les réservoirs, s'assurer que le réservoir qui reçoit le liquide est suffisamment grand pour la quantité à pomper ou qu'il est équipé d'un système de sécurité de contrôle du niveau
- * s'assurer qu'un système de détection des fuites est installé ou que les zones confinées sont vérifiées régulièrement dans le cadre du programme de maintenance.

Étape 3 :

- * procéder à des inspections et des programmes de test réguliers
- * disposer de plans d'urgence applicables en cas d'accidents, ce qui comprend :
 - des plans d'urgence contre les incidents majeurs sur le site (adaptés à la taille du site et à son emplacement)
 - des procédures d'urgence en cas de déversements de produits chimiques ou de pétrole

- l'inspection des équipements de confinement
- un guide de gestion des déchets pour traiter les déchets issus du contrôle de déversement
- l'identification d'équipements adéquats, tout en s'assurant régulièrement qu'ils sont disponibles et en bon état de fonctionnement
- l'assurance que le personnel est informé de l'aspect environnemental et qu'il est formé aux déversements et aux accidents qui peuvent survenir
- l'identification des rôles et des responsabilités des personnes concernées.

Stockage des produits chimiques et des déchets

16. La MTD consiste à réduire le risque d'incendie et les risques liés à l'environnement en matière de stockage et de manipulation des matières dangereuses, notamment :

- * les solvants
- * les matières premières à base de solvants
- * les solvants usagés et les produits de nettoyage contaminés

en utilisant les techniques décrites aux Sections 20.2.2 et 20.2.2.1 :

- * en ne stockant que de faibles quantités de matières premières dangereuses nécessaires à la production au moment considéré
- * en stockant séparément de plus grandes quantités de matières
- * en utilisant une ventilation inversée sur les réservoirs de stockage en vrac lors de leur remplissage, le cas échéant (voir Section 20.2.2)
- * en installant des alarmes de haut niveau sur tous les réservoirs de stockage fixes
- * en disposant de points de remplissage uniques pour les matériaux en vrac
- * en stockant les solvants, les solvants usagés et les produits de nettoyage contaminés (lorsque la pratique en cas d'incendie le permet) dans des conteneurs étanches.

Pour plus d'informations, se reporter au BREF sur le stockage.

Construction et exploitation de l'installation

17. La MTD consiste à réduire au maximum les consommations et les émissions :

- * en automatisant les techniques de traitement de surface applicables à l'activité ou au secteur industriel concerné(e), voir Section 20.2.3
- * en s'assurant que tous les employés sont formés à leurs tâches pour les activités d'exploitation, de nettoyage et de maintenance, voir Section 20.2.4
- * en assurant le suivi des manuels de procédures et de procédés opérationnels écrits et à jour, voir Section 20.2.4
- * en optimisant les activités, voir Section 20.2.5 et MTD 14 ci-dessus
- * en utilisant un système de maintenance planifié, tel que décrit à la Section 20.2.6. Ce système est important pour réduire les émissions imprévues et fait partie du SME, voir MTD 12.

SURVEILLANCE

18. La MTD consiste à surveiller les émissions de COV afin de pouvoir les réduire au maximum (voir Section 20.3). Un plan de gestion des solvants représente une technique clé pour comprendre la consommation, l'utilisation et l'émission de solvants, notamment les émissions diffuses de COV, voir Section 20.3.1.

Pour plus d'informations, se reporter au BREF sur la surveillance.

La MTD consiste à utiliser les techniques les mieux adaptées précisées à la Section 20.3.2 lorsque les mesures directes sont utilisées pour définir les émissions dans l'air, comme les émissions de COV ou de particules dans les gaz résiduaux, les débits volumétriques, etc.

19. La MTD consiste à calculer régulièrement les bilans de solvants (en fonction de l'ampleur de l'émission) bien que des paramètres clés puissent être définis et substitués à ces derniers à des fins de contrôle (voir mise en place de références, Sections 20.1.1.(j), 20.1.2 et 20.3.1).

20. Certains équipements (par exemple les ventilateurs, événements, systèmes de traitement des gaz résiduaux, etc.) ont un effet important sur le bilan des solvants. Pour garantir que les émissions restent au

niveau estimé par les paramètres clés, la MTD consiste à s'assurer qu'un tel équipement est entretenu régulièrement (voir Sections 20.2.6 et 20.11.1.2). Lorsqu'un équipement essentiel (comme les moteurs des ventilateurs, les poulies d'entraînement ou le système de traitement des gaz résiduels) est changé, soit il faut conserver les spécifications d'origine (comme s'assurer que les moteurs ont exactement les mêmes spécifications, que les poulies d'entraînement ont le même diamètre, etc.), soit ré-étalonner le système par des mesures directes.

GESTION DE L'EAU

21. La consommation d'eau dans ce secteur est généralement faible, à l'exception des techniques à base d'eau pour le prétraitement du substrat ou des pièces (voir paragraphe 3). Le BREF STM fournit des informations complémentaires et détaille les MTD ainsi que les niveaux de consommation et d'émissions associés à la gestion de l'eau.

RÉDUIRE, RÉUTILISER ET RECYCLER L'EAU DE RINÇAGE ET LES MATIÈRES PREMIÈRES

22. La MTD consiste à conserver les matières premières et l'eau pour les techniques de traitement à base d'eau, notamment :

- * en procédant à un rinçage en cascade (rinçages multiples), voir Section 20.4.1.3
- * en récupérant les matières premières et/ou l'eau par des techniques telles que :
 - un échange d'ions, voir Section 20.4.1.1
 - une séparation sur membrane ou d'autres techniques de concentration, voir Section 20.7.5.3
- * en utilisant des mesures de contrôle pour réduire l'utilisation de l'eau de rinçage (voir Section 20.4.1.4).

Réutilisation/recyclage de l'eau de refroidissement

23. Lorsque l'eau est utilisée pour refroidir un équipement, des lignes de procédés, etc., la MTD consiste à réduire la consommation d'eau grâce à des systèmes de refroidissement fermés et/ou des échangeurs thermiques, voir Section 20.4.1.2.

GESTION DE L'ÉNERGIE

24. La MTD consiste à optimiser le rendement énergétique et à réduire au maximum les pertes d'énergie en appliquant les mesures décrites à la Section 20.5.

Les MTD 12, 13 et 14 indiquent les MTD relatives à la planification de la réduction des consommations énergétiques, à la collecte et à l'utilisation des données spécifiques sur l'énergie, et aux techniques de maintenance.

La MTD 28 traite du choix des systèmes de traitement qui ont permis d'optimiser la consommation d'énergie, y compris pour le séchage et le durcissement.

La MTD 37 traite de l'optimisation de l'énergie au niveau des émissions de solvants dans l'air et du traitement des gaz résiduels.

Techniques clés permettant de réduire la consommation énergétique :

- * entretenir et régler correctement les équipements
- * réduire au maximum le volume d'air déplacé, optimiser la quantité de solvants captée avec un apport d'air minimum, etc.
- * réduire au maximum les pertes d'énergie réactive en corrigeant le facteur de puissance ($\cos \phi$) entre les pics de tension et d'intensité pour s'assurer qu'il reste en permanence supérieur à 0,95
- * éviter ou contrôler les demandes importantes simultanées au moment du démarrage (par exemple en convertissant les connexions étoile en triangle pour les charges faibles, en utilisant des convertisseurs automatiques de triangle en étoile, ou des démarreurs sans appel de courant, etc.)
- * utiliser des moteurs de puissance adaptée et/ou à vitesse variable

* installer des équipements éco-énergétiques, notamment des moteurs. Ces équipements peuvent être spécifiés pour les nouvelles installations, pour les remises à neuf ou en cas de remplacement d'équipements défectueux.

GESTION DES MATIÈRES PREMIÈRES (VOIR SECTION 20.6)

Contrôler les impacts environnementaux et toxicologiques

25. La MTD consiste à réduire l'impact environnemental des émissions en s'assurant que les matières premières utilisées ont le moins d'effets possible sur l'environnement. Cela est particulièrement important lors de la substitution ou du changement de procédés ou de fournisseurs (voir Sections 20.6.2, 20.7 et 20.10).

Réduire la consommation de matières premières (voir Section 20.6.3)

26. La MTD consiste à réduire la consommation de matières premières grâce à une ou plusieurs des techniques suivantes :

- * systèmes automatiques de mélange, voir Section 20.6.3.1
- * échelles programmables, voir Section 20.6.3.1
- * systèmes informatisés de référencement des couleurs Pantone, voir Section 20.6.3.1
- * réutilisation des encres ou revêtements retournés, voir Section 20.6.3.2
- * réutilisation des encres ou revêtements récupérés, voir Section 20.6.3.3
- * pompage direct des encres ou revêtements depuis le stock, voir Section 20.6.3.4
- * pompage direct des solvants depuis le stock, voir Section 20.6.3.5
- * peinture par lots/regroupement de couleurs, voir Section 20.6.3.6
- * systèmes de nettoyage par piston racleur, voir Section 20.6.3.7.

PROCÉDÉS ET ÉQUIPEMENTS DE REVÊTEMENT

Prétraitements à base d'eau

27. La MTD relative aux prétraitements à base d'eau comprend :

- * le dégraissage
- * la maintenance des bains
- * la réduction maximale de l'eau et des déchets
- * la réduction des eaux usées

et est décrite dans le BREF STM, voir le paragraphe 3 de ce chapitre. Des exemples sont donnés dans les Sections 20.7.1.2 et 20.7.5.

SÉCHAGE/DURCISSEMENT POUR TOUS LES TRAITEMENTS DE SURFACE

Systèmes de revêtement, techniques d'application et de séchage/durcissement

28. Lors du choix du(des) procédé(s) de traitement de surface (y compris le séchage/durcissement), que ce soit pour une nouvelle installation ou lors de la mise à niveau d'une installation existante, la MTD consiste à choisir un système :

- * qui réduise au maximum :
 - les émissions de solvants
 - la consommation d'énergie
- * qui optimise le rendement des matières premières.

Les techniques générales de revêtement sont décrites dans les Sections 20.7.2 et 20.7.3. D'autres techniques de revêtement et d'impression, spécifiques à une industrie, sont indiquées dans le chapitre qui traite de cette industrie.

Les techniques de séchage/durcissement constituent généralement l'élément le plus important de la consommation énergétique. Les options générales sont indiquées à la Section 20.8. D'autres techniques de revêtement et d'impression, spécifiques à une industrie, sont indiquées dans le chapitre qui traite de cette industrie.

Le choix d'une technique de séchage/durcissement sera limité par des facteurs comme le type de traitement de surface (par exemple, des types de peinture ou d'encre spécifiques sont nécessaires pour réagir avec les rayons UV ou infrarouges) ou d'autres facteurs, tels que :

- * ceux mentionnés dans l'introduction de ce chapitre, et en particulier au paragraphe 8
- * le type, la dimension et la forme du substrat
- * la qualité et le type de finition requise, y compris l'épaisseur
- * le système global de traitement (c'est-à-dire les couches précédentes et suivantes)
- * la technique d'application à utiliser
- * l'application ou non de techniques de réduction des gaz résiduels au point de rejet.

Les niveaux d'émissions totales de COV associés aux MTD sont indiqués dans les sections spécifiques à chaque industrie. Les niveaux d'émission (ou les efficacités d'élimination) pour différentes techniques de traitement des gaz résiduels sont indiqués dans la Section 20.11.

NETTOYAGE

Systèmes de nettoyage

29. La MTD consiste à conserver les matières premières et à réduire les émissions de solvants en réduisant au maximum les changements de couleur et la fréquence des nettoyages, comme décrit dans la MTD 26 (voir Section 20.6.3).

Techniques de nettoyage

30. Lors du nettoyage des pistolets de pulvérisation, la MTD consiste à réduire au maximum les rejets de solvants par la collecte, le stockage et le retraitement en vue de la réutilisation des solvants de purge utilisés pour nettoyer les pistolets et/ou les lignes de pulvérisation du revêtement : 80 à 90 % de ces derniers peuvent être réutilisés, voir Section 20.9.3.

31. La MTD consiste à réduire au maximum les émissions de COV en utilisant des techniques de nettoyage occasionnant peu ou pas d'émissions de solvants, par exemple une ou plusieurs des techniques décrites à la Section 20.9 (voir Tableau 21.1 ci-après) :

Techniques de nettoyage		Équipement de procédé		Substrat
Section	Technique	Contamination non persistante	Contamination persistante	
20.9.2	Réduction maximale du nettoyage	Oui	Oui	Oui
20.9.3	Préparation avant le nettoyage aux solvants ou d'autres types de nettoyage	Oui		
20.9.4	Nettoyage avec des solvants traditionnels	Oui*	Oui*	
20.9.5	Nettoyage avec des solvants à vitesse d'évaporation plus lente	Oui		
20.9.6	Nettoyage avec des solvants puissants		Oui	
20.9.7	Nettoyage avec des solvants à plus faible potentiel de formation d'ozone (PFO)**	Oui	Oui	
20.9.8	Nettoyage à base d'eau	Oui	Oui	Oui
20.9.9	Nettoyage manuel	Oui		Oui
20.9.10	Machines de nettoyage utilisant des solvants	Oui	Oui	
20.9.11	Nettoyage avec récupération de solvant	Oui		
20.9.12	Nettoyage par pulvérisation d'eau sous haute pression		Oui	
20.9.13	Nettoyage par ultrasons		Oui	Oui
20.9.14	Nettoyage à la neige carbonique		Oui	Oui
* Les solvants traditionnels doivent être utilisés avec des techniques permettant de réduire les émissions, par exemple dans des machines de nettoyage étanches disposant d'une ventilation vers un système de traitement des gaz résiduels, etc., tel que décrit à la Section 20.9. Des exceptions sont indiquées à la Section 20.9.9.				
** Voir MTD 36.				

Tableau 21.1 : Nettoyage - techniques à utiliser pour réduire les émissions de COV

UTILISATION DE SUBSTANCES MOINS NOCIVES (SUBSTITUTION)

L'applicabilité des MTD suivantes dans chaque industrie est traitée dans les Chapitres 2 à 19 concernant chaque industrie et dans les MTD des Sections 21.2 à 21.19.

32. La MTD consiste à réduire les émissions de solvants en sélectionnant des techniques utilisant peu ou pas de solvants, tel que cela a été abordé dans les sections générales, par exemple dans les cas suivants :

- le nettoyage (voir MTD 29, 30 et 31 et Section 20.10.1)
- une industrie particulière (Sections 21.2 à 21.19)
- le revêtement (voir Section 20.7)
- les techniques d'impression (voir Section 2.4).

33. La MTD consiste à réduire les effets physiologiques indésirables en remplaçant les solvants qui sont associés à l'une des phrases de risque suivantes : R45, R46, R49, R60 et R61, par des solvants moins dangereux, et ce, conformément à l'Article 5(6) de la Directive du Conseil 1999/13/CE. Les Sections 20.9 et 20.10 décrivent des solvants et des techniques de nettoyage de substitution.

34. La MTD consiste à réduire les impacts écotoxicologiques des substances en utilisant des produits moins dangereux à la place des substances associées aux phrases de risque R58 ou R50/53 (lorsque des alternatives existent, voir Section 20.10).

35. La MTD consiste à réduire la destruction de l'ozone stratosphérique (niveau haut) en utilisant des substances moins nocives à la place des substances associées à la phrase de risque R59. Notamment, tous les solvants halogénés ou partiellement halogénés avec la phrase de risque R59 utilisés pour le nettoyage doivent être remplacés ou contrôlés grâce aux options définies dans les MTD 31 et 32.

36. La MTD vise à réduire au maximum la formation d'ozone troposphérique (niveau bas) :

- * grâce à des COV ou à des mélanges présentant une réactivité inférieure à la formation d'ozone lorsque d'autres mesures de réduction des émissions de solvants diffuses ou stables permettant d'atteindre les niveaux d'émissions associés aux MTD ne sont pas possibles ou pas techniquement applicables, comme des techniques présentant des effets croisés défavorables (voir Section 20.10.2)
- * en cas de changement de solvants, en s'assurant que la substitution permet d'obtenir une réduction de la réactivité à la formation d'ozone (voir Section 20.10.2). Il est à noter que la comparaison doit être faite sur la base de la charge de PFO émise dans la troposphère (c'est-à-dire PFO x poids de solvant évaporé).

Le remplacement de solvants aromatiques hautement réactifs par des substances alternatives de moindre réactivité peut réduire les émissions de COV réactifs de 20 à 40 %.

Cependant, cette technique ne peut pas être utilisées pour :

- * les formulations complexes telles que les peintures automobiles et les encres
- * le remplacement de systèmes de solvants lorsqu'il n'existe actuellement aucune autre technologie, dans l'héliogravure d'édition par exemple.

Lorsque la substitution peut être présentée comme n'augmentant pas le potentiel global de formation d'ozone, elle peut être effectuée avec des solvants ayant un point d'éclair > 55 °C.

ÉMISSIONS DANS L'AIR ET TRAITEMENT DES GAZ RÉSIDUAIRES

37. Pour les solvants, la MTD consiste à utiliser l'un des éléments suivants, ou une combinaison de ceux-ci :

- * réduire au maximum les émissions à la source (voir les sections spécifiques de chaque industrie)
- * récupérer les solvants dans les émissions de gaz résiduels (voir Sections 20.11.5 et 20.11.6)
- * détruire les solvants présents dans les gaz résiduels (voir Sections 20.11.4 et 20.11.8)
- * récupérer la chaleur générée lors de la destruction des COV (voir Sections 20.11.4.3 à 20.11.4.6)
- * réduire au maximum l'énergie utilisée pour l'extraction et la destruction des COV (voir Section 20.11.1).

Ces mesures peuvent être réalisées en concevant, en exploitant et en maintenant l'installation (voir Sections 20.1.2 et 20.2) de sorte qu'elle atteigne les consommations et niveaux d'émissions associés à une sélection de MTD décrites, pour chaque industrie, dans les Sections 20.1.2 et 20.2 ainsi que les suivantes. Il n'est pas nécessaire de traiter les gaz résiduaires lorsque la réduction des émissions de solvants peut être réalisée grâce à d'autres mesures, comme la substitution. Un tel remplacement par des matières à faible teneur en solvants peut entraîner une demande excessive en énergie pour exploiter les techniques au point de rejet, comme les oxydants thermiques. Ces techniques peuvent être déclassées lorsque leurs effets croisés négatifs surpassent les avantages liés à la destruction des COV.

La récupération des solvants issus des gaz résiduaires utilise plus d'énergie que l'incinération, elle n'est pas aussi efficace pour le captage des solvants et, souvent, les solvants récupérés ne peuvent pas être réutilisés en raison de leur contamination soit par l'eau, soit par d'autres solvants. Avec des mélanges de solvants, le mélange récupéré n'a souvent pas le même équilibre entre ses composants et n'a donc pas les mêmes propriétés.

38. Lorsque la récupération des solvants est envisagée, la MTD vise à garantir que la majeure partie des matières récupérées est réutilisée (dans certains cas, il peut ne pas être possible de réutiliser la matière sur site). Cette réutilisation ne doit pas impliquer la combustion de la matière en tant que combustible, puisqu'il serait plus efficace d'utiliser un procédé d'oxydation autothermique, qui permet en même temps d'obtenir des niveaux d'émissions de solvants plus faibles. La récupération de solvants pour les nouvelles installations ou pour la mise à niveau d'installations existantes, sans réutilisation des solvants, ne constitue pas une MTD.

39. La MTD consiste à rechercher des possibilités d'utiliser l'excès de chaleur issu de l'oxydation thermique. Ces possibilités peuvent se situer à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation qui peut faciliter le rapprochement entre le type d'énergie utilisée (vapeur produite par exemple) et son utilisation potentielle.

Tous les points suivants doivent s'appliquer en cas de récupération de la chaleur issue de l'oxydation thermique des émissions de solvants :

- * il doit y avoir un excès d'énergie à récupérer
- * il doit être techniquement possible de récupérer l'énergie
- * l'énergie doit se présenter sous une forme pouvant être utilisée (par exemple température suffisamment élevée, utilisable sous forme de vapeur, etc.)
- * l'énergie doit pouvoir être utilisée au moment où l'excès de chaleur se produit.

40. La MTD consiste à économiser de l'énergie lors de l'extraction et du traitement des gaz résiduaires en réduisant le volume extrait. Cette méthode peut être mise en œuvre grâce aux mesures décrites à la Section 20.11.2. Cependant, certaines techniques peuvent être limitées par la nécessité de maintenir des atmosphères de travail sûres dans l'installation, par la quantité de solvants résiduaires qui peut subsister dans le produit enduit, par l'odeur des produits et d'autres exigences de qualité.

41. La MTD consiste, en cas d'extraction des gaz résiduaires, à réduire les émissions de solvants et la consommation énergétique tout en utilisant au mieux les équipements coûteux, grâce aux techniques décrites aux Sections 20.11.1.3, 20.11.1.4 et 20.11.1.5.

42. Lorsqu'on procède au traitement des gaz résiduaires, la MTD consiste à optimiser la concentration des solvants par rapport au traitement, et en cas de traitements par oxydation thermique, elle consiste à maintenir les conditions autothermiques en utilisant une ou plusieurs des possibilités suivantes :

- * optimiser la concentration dans le flux gazeux à l'aide des techniques décrites aux Sections 20.11.1.3, 20.11.1.4 et 20.11.1.5
- * réduire au maximum la quantité de gaz à traiter, voir Sections 20.11.1 et 20.11.2, et éviter les pointes de débit (voir Section 20.11.1.3)
- * prétraiter le gaz pour protéger le système de traitement et optimiser la concentration en solvants comme décrit à la Section 20.11.3. Cependant, si l'air rejeté est chaud, il ne pourra pas être prétraité par absorption, voir par exemple la MTD 82.

43. Lorsque les émissions de particules sont associées à la pulvérisation de peinture, la MTD consiste à réduire les émissions en appliquant l'une des deux, ou les deux, techniques suivantes :

- * les techniques applicables dans le procédé, telles que celles décrites aux Sections 20.7.4.1, 20.7.4.2 et 20.7.4.3
- * les techniques au point de rejet décrites aux Sections 20.11.3.5, 20.11.3.6, 20.11.3.7 et 20.11.3.8.

Il est possible d'atteindre les niveaux suivants :

- * 5 mg/m³ ou moins pour les installations existantes (par exemple pour des applications automobiles, en utilisant des épurateurs latéraux classiques avec un séparateur de particules Venturi)
- * 3 mg/m³ ou moins pour les nouvelles installations (par exemple pour des applications automobiles, en utilisant de nouveaux épurateurs avec un séparateur de particules Venturi)

Valeurs contradictoires

L'industrie du revêtement des meubles et du bois a enregistré des résultats qui viennent infirmer ces valeurs. Conformément aux informations fournies dans les Sections 17.4.7.1 et 17.4.7.4, les valeurs d'émission considérées comme étant associées à cette MTD sont de 10 mg/m³ ou moins pour toutes les installations (nouvelles ou existantes).

Cette valeur a été fixée sur une base qui a été jugée économiquement et techniquement viable pour cette industrie.

TRAITEMENT DES EAUX USÉES

44. La MTD consiste à réduire au maximum les émissions dans l'eau grâce aux techniques suivantes (dans l'ordre indiqué) :

- * réduire au maximum les émissions dans l'eau à l'aide des techniques mentionnées dans les MTD 21, 22 et 23
- * traiter les eaux usées à l'aide des techniques de prétraitement décrites aux Sections 20.12.1 à 20.12.4
- * procéder à un traitement biologique (voir Section 20.12.5), en général dans une station d'épuration municipale indépendante.

Les techniques dédiées au traitement biologique des eaux usées figurent dans le BREF CWW. D'autres techniques, ainsi que les valeurs d'émission qui y sont associées, sont traitées dans le BREF STM.

Pour des installations spécifiques, les niveaux de concentration doivent être étudiés en conjonction avec les charges émises depuis l'installation, les spécifications techniques de l'installation (la capacité par exemple), ainsi qu'avec d'autres MTD, et notamment les mesures permettant de réduire la consommation d'eau (voir le BREF STM).

45. Lorsque les solvants peuvent entrer en contact avec de l'eau, la MTD consiste à éviter une concentration dangereuse de solvants (par exemple explosive ou potentiellement dangereuse pour les employés) dans l'atmosphère des égouts en évitant les rejets imprévus (voir Section 20.2.1) ou en garantissant un niveau de rejet non dangereux. Un niveau convenable pourra être calculé, voir Section 20.3.3.1.

46. Lorsque la DBO ou la DCO est significative pour le traitement concerné, la MTD consiste à contrôler la quantité de produits chimiques organiques difficiles à traiter dans les stations d'épuration en surveillant le rapport DCO/DBO dans les eaux usées, voir Section 20.3.3.2.

47. La MTD consiste à surveiller les matières premières et les effluents pour réduire au maximum les émissions de matériaux toxiques pour le milieu aquatique (voir Section 20.3.3.3). Lorsque ces matériaux sont détectés dans des quantités pouvant avoir un impact sur l'environnement, la quantité de matériaux rejetée peut être réduite grâce à une ou plusieurs des techniques suivantes :

- * utilisation de substances moins nocives (voir Section 20.10)
- * réduction des quantités de matériaux utilisées et des pertes en cours de production (voir MTD 19 et 20)
- * traitement des eaux usées (voir Section 20.12 ou le BREF CWW, ainsi que le BREF STM si les activités sont associées à celles décrites dans ce BREF).

Lorsque de tels matériaux sont rejetés, la MTD consiste à surveiller les rejets suivant une méthode et à une fréquence adaptées pour permettre de réduire le risque de violation des conditions de permis (voir BREF sur la surveillance).

Ateliers de peinture

48. Dans les ateliers de peinture qui utilisent de l'eau dans leurs procédés, un prétraitement peut être nécessaire avant le rejet. La MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques décrites aux Sections 20.7.5 et 20.12 pour le prétraitement des eaux de procédés. Pour les rejets directs dans les eaux de surface, il est possible d'atteindre les niveaux suivants :

- * DCO 100 – 500 mg/l
- * matières en suspension 5 – 30 mg/l.

49. Pour les systèmes d'épurateurs par voie humide qui captent la surpulvérisation de peinture, la MTD consiste à réduire la consommation d'eau, le traitement des effluents et les rejets en réduisant la fréquence de vidange du réservoir à la fois :

- * en optimisant l'efficacité du transfert (voir Section 20.7.3)
- * en réduisant au maximum la formation de résidus de peinture (voir Sections 20.7.5.6, 20.7.5.7 et 20.7.5.8).

RÉCUPÉRATION DES MATIÈRES ET GESTION DES DÉCHETS

50. La MTD consiste à réduire l'utilisation de matières, comme décrit à la MTD 26. La MTD consiste également à éviter les pertes de matières, ainsi qu'à les récupérer, réutiliser et recycler. La priorité est donnée à la prévention et la réduction des pertes de matières. Ceci est possible en appliquant quelques-unes des techniques décrites aux Sections 20.1.2, 20.3.1, 20.6 et 20.7 (en particulier, les Sections 20.7.3 et 20.7.5). Les MTD 14, 17, 18 et 25 sont également pertinentes.

Récupération des solvants usagés

51. La MTD consiste à récupérer et à réutiliser les solvants, soit en interne, soit par des sous-traitants extérieurs, comme décrit aux Sections 20.13.1, 20.13.2 et 20.13.5, voir les MTD 38 et 39 ci-dessus.

52. La MTD consiste soit à réduire le nombre de conteneurs mis au rebut en utilisant des conteneurs réutilisables, en réutilisant les conteneurs à d'autres fins ou en recyclant la matière des conteneurs, voir Section 20.13.6.

53. Lorsque l'on utilise des systèmes d'adsorption sur charbon actif ou zéolite, la MTD consiste à récupérer à la fois les solvants et le milieu d'adsorption, comme décrit à la Section 20.13.7.

54. Suite à l'application des MTD 50 à 53, et lorsque les déchets ne peuvent pas être récupérés sur le site ou hors du site, la MTD consiste à réduire au maximum les matériaux dangereux et à les gérer comme des déchets, en utilisant différentes techniques décrites aux Sections 20.10, 20.13 et 20.13.8.

RÉDUCTION DE LA POUSSIÈRE

55. Voir MTD 43.

RÉDUCTION DES ODEURS

56. Lorsque des émissions odorantes (en général dues aux émissions de COV) entraînent des nuisances dans des endroits sensibles, la MTD consiste à réduire les odeurs grâce aux techniques utilisées pour contrôler les émissions de COV, telles que :

- * changer de type de procédé (par exemple, voir les Sections 4 des Chapitres 2 à 19 ainsi que les Sections 20.7 et 20.10)
- * utiliser des matières différentes (par exemple, voir Sections 20.7 et 20.10)
- * utiliser un système de traitement des gaz résiduels (voir Section 20.11)
- * installer de hautes cheminées pour les émissions de gaz résiduels.

BRUIT

57. La MTD consiste à identifier les sources significatives de bruit et les récepteurs sensibles potentiels à proximité de l'installation (voir Section 20.16).

58. Lorsque le bruit peut avoir un impact, la MTD consiste à réduire le bruit en utilisant des mesures de contrôle appropriées (voir Section 20.16), telles que :

- * l'exploitation efficace de l'installation, par exemple :
 - la fermeture des baies d'accès aux différentes zones
 - la réduction maximale des livraisons et la gestion des heures de livraison
- * l'utilisation de mesures d'ingénierie de contrôle du bruit, comme l'installation de silencieux sur les grands ventilateurs, l'utilisation d'enceintes acoustiques ou le fait d'éviter de choisir des équipements ayant un niveau sonore élevé, etc.

PROTECTION DES NAPPES PHRÉATIQUES ET DU SOL ET DÉMANTÈLEMENT DU SITE

59. La MTD consiste à éviter les émissions dans les eaux souterraines et le sol, et facilite ainsi le déclassement du site en appliquant les techniques décrites dans les MTD 15 et 16.

21.2 Meilleures techniques disponibles pour l'impression

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

Les conclusions des MTD sont indiquées pour trois procédés d'impression dont l'exploitation présente de fortes probabilités de dépassement des seuils précisés à l'Annexe I, 6.7 de la Directive IPPC :

- * impression offset à sécheur thermique, voir Section 21.2.1
- * flexographie et héliogravure d'emballage (y compris le vernissage et le laminage associés), voir Section 21.2.2
- * héliogravure d'édition, voir Section 21.2.3.

D'autres procédés d'impression peuvent coexister sur une même installation en tant qu'activités associées, ou fonctionner occasionnellement au-dessus du seuil. Pour ces activités, lorsqu'une MTD spécifique n'est pas indiquée, c'est la MTD générique du secteur définie à la Section 21.1 qui s'applique.

21.2.1 MTD pour l'impression offset à sécheur thermique

Réduction des émissions de solvants

Les émissions de COV émanant de l'impression à sécheur thermique sont constituées d'IPA émis par les solutions de mouillage (voir MTD 61), d'agents de nettoyage (voir MTD 62) et des émissions à la sortie des cheminées des sècheurs (voir MTD 63).

60. La MTD consiste à réduire la somme des émissions diffuses et des COV qui subsistent après traitement des gaz résiduels (voir Tableau 2.9 et Section 2.3.2.1) en utilisant une combinaison des techniques des MTD 61, 62 et 63, ainsi que la MTD générique décrite à la Section 21.1. Les valeurs d'émission associées à ces techniques sont les suivantes (voir Section 2.3.2.1) :

- * pour les nouvelles presses ou les presses mises à niveau, 2,5 à 10 % de COV exprimés en % (m/m) (masse /masse) de la consommation d'encre
- * pour les presses existantes, 5 à 15 % de COV exprimés en % (m/m) de la consommation d'encre.

L'utilisation du pourcentage en masse de la consommation d'encre permet d'évaluer les mesures qui ont été prises, contrairement au pourcentage d'apport en solvants (voir Section 2.3.2.3.1), puisque plusieurs des techniques à utiliser impliquent une réduction de l'apport-même en solvants.

IPA dans les solutions de mouillage

61. La MTD consiste à réduire l'émission d'IPA en imprimant avec des solutions de mouillage à faibles concentrations en IPA, grâce à une ou plusieurs des techniques suivantes, présentées dans le Tableau 21.2 :

Technique	Voir Section	Applicabilité
Remplacement de l'IPA dans la solution de mouillage	2.4.1.3.1	Toutes
Optimisation de la concentration en IPA dans la solution de mouillage	2.4.1.3.2	Toutes les techniques qui utilisent de l'IPA
Rouleaux céramique, métal et hydrophiles, distributeurs ou toucheurs	2.4.1.3.3	Adaptation possible, généralement avec des rouleaux hydrophiles
Ajustement exact des rouleaux encres	2.4.1.3.4	Adaptation impossible
Refroidissement de la solution de mouillage	2.4.1.3.6	Toutes
Refroidissement des rouleaux de mouillage et des cylindres porte-plaques	2.4.1.3.7	Adaptation impossible
Retrait des solutions d'IPA de l'unité de mouillage la nuit	2.4.1.3.8	Toutes
Filtrage de la solution de mouillage	2.4.1.4	Requis en cas de fonctionnement à faibles concentrations en IPA
Contrôle de la dureté de l'eau destinée à la solution de mouillage	2.4.1.5	Adaptation possible

Tableau 21.2 : Techniques d'impression à sécheur thermique permettant de réduire l'utilisation d'IPA dans les solutions de mouillage

Il est à noter que les émissions d'IPA associées à la moitié supérieure des plages de valeurs indiquées dans la MTD 60 sont associées à des tâches « difficiles ». La notion de « difficile » est subjective et dépend des facteurs ci-dessous. La MTD consiste alors à procéder à des essais afin de déterminer la consommation la plus basse possible d'IPA pour les presses et la volatilité la plus faible pour les agents de nettoyage (voir Nettoyage, MTD 62 ci-dessous). La moitié supérieure des plages de valeurs peut seulement être considérée comme étant associée à la MTD si l'optimisation qu'elle entraîne a été prouvée (voir Section 2.3.2.1).

Par exemple, les tâches « difficiles » impliquent un ou plusieurs des facteurs suivants :

- * modifications de la surface du papier nécessitant de nombreux changements minutieux des réglages de la presse
- * cas de larges couvertures d'encre où l'IPA empêche l'apparition de taches blanches
- * nouvelles presses, larges et rapides.

Des niveaux plus faibles de compétences, de formation et d'expérience des opérateurs contribuent également à l'augmentation des émissions, et la MTD 17 traite des besoins en formation.

Une presse offset sans usage d'eau ne dégage aucune émission de COV à partir de la solution de mouillage et peut être utilisée pour les impressions feuille à feuille (voir Section 2.4.1.8). En général, la longueur maximale possible de fonctionnement est considérée comme inférieure à la longueur requise pour les travaux à sécheur thermique et elle est actuellement rarement utilisée dans ce procédé, bien que cela puisse changer à l'avenir.

Nettoyage

62. La MTD consiste à réduire d'autres émissions diffuses de COV grâce aux techniques suivantes, présentées dans le Tableau 21.3 :

Technique	Voir Section	Applicabilité
Remplacement et contrôle des COV utilisés pour le nettoyage	2.4.1.8.1	Toutes
Nettoyeurs à eau sous haute pression pour les rouleaux mouilleurs	2.4.1.8.2	Seulement pour les rouleaux à molleton
Systèmes automatiques de nettoyage pour les plaques et les cylindres porte-blanchet	2.4.1.8.3	Toutes. Coûts d'adaptation élevés

Tableau 21.3 : Techniques à sécheur thermique permettant de réduire les émissions diffuses dues au nettoyage

Collecte et traitement des gaz résiduels

63. La MTD pour les gaz résiduels et les émissions diffuses consiste à la fois :

- * à réduire les émissions de COV en procédant à l'extraction puis à l'incinération thermique, catalytique, récupérative ou régénérative, de l'air issu des sécheurs grâce à l'association de plusieurs techniques décrites à la Section 20.11
- * à réduire les émissions de COV en appliquant les techniques de maintenance décrites à la Section 20.11.1.2.

64. L'application des techniques de concentration aux gaz résiduels ne constitue pas une MTD puisque cela entraîne des problèmes d'odeur sur les produits finis, voir Section 2.3.2.3.1.

65. Étant donné que les débits d'air de la ventilation provenant de la ventilation de la salle des impressions et des presses sont importants et que leurs concentrations en COV sont faibles, le traitement de l'air extrait de la salle des impressions ou des presses ne constitue pas une MTD. Le rapport coûts-avantages est plus favorable en appliquant les MTD 60 à 63.

66. Les presses sont généralement encapsulées, mais seulement pour des raisons de santé et de sécurité, et cela ne facilite généralement pas la réduction des émissions de COV.

21.2.2 MTD pour la flexographie et l'héliogravure d'emballage (impression d'emballages souples)

Réduction des émissions de solvants

67. La MTD consiste à réduire la somme des émissions diffuses et des COV qui subsistent après traitement des gaz résiduels, en utilisant une combinaison des techniques décrites ci-dessous dans le Tableau 21.4 et dans la MTD générique de la Section 21.1. Les valeurs d'émission de COV associées à ces techniques (voir Section 2.3.3.3.1) sont indiquées pour les trois scénarios que l'on peut rencontrer dans l'industrie (l'émission de référence est conforme à la Directive DES, voir Annexe 24.2) :

Scénario 1 : pour les installations sur lesquelles toutes les machines de production qui utilisent des encres, des vernis et des colles à base de solvants sont reliées à un équipement de réduction des gaz résiduels, et sur lesquelles les autres machines de production n'utilisent (presque) aucun solvant, par exemple des colles sans solvants, des encres aqueuses, etc.

- * avec oxydation, émissions totales 7,5 – 12,5 % de l'émission de référence
- * avec récupération des solvants, émissions totales 10,0 – 15,0 % de l'émission de référence

Scénario 2 : pour des installations existantes disposant d'un équipement de réduction des gaz résiduels mais sur lesquelles les machines de production ne sont pas toutes reliées à cet équipement pour des raisons techniques ou économiques. Ces installations suivront un schéma de réduction (voir Annexe 24.2) associant :

- * un équipement de réduction pour certaines machines
- * utilisation de procédés entraînant peu d'émissions diffuses, les procédés utilisant des solvants étant effectués sur des machines reliées à l'équipement de réduction
- * la substitution.

Scénario 2.1 : la somme des émissions provenant des machines reliées à l'équipement de réduction est la suivante :

- * avec incinération, 7,5 – 12,5 % de l'émission de référence pour ces machines
- * avec récupération des solvants, 10,0 – 15,0 % de l'émission de référence pour ces machines.

Scénario 2.2 : pour les machines qui ne sont pas reliées au système de traitement des gaz résiduels, la MTD consiste à utiliser l'une des techniques suivantes :

- * utilisation de produits contenant peu ou pas de solvants sur ces machines
- * raccordement de l'équipement de réduction des gaz résiduels lorsqu'il est disponible (par exemple lorsque les machines qui y sont reliées en permanence sont au repos)
- * réalisation des travaux à teneur élevée en solvants de préférence sur des machines reliées au système de réduction des gaz résiduels.

Scénario 3 : lorsque les installations ne disposent pas d'un équipement de réduction des gaz résiduels et utilisent des produits de substitution (voir Annexe 24.2), la MTD consiste à suivre les développements dans le domaine des encres, des vernis et des adhésifs à faible teneur en solvants ou sans solvants, et à réduire en continu la quantité de solvants consommée, voir MTD 13 et 14.

Dans les scénarios 1 et 2.1, lorsqu'une installation présente un rapport solides/solvant supérieur à 1:5,5 pour l'ensemble des encres, vernis et colles à base de solvants, les valeurs d'émission risquent de ne pas pouvoir être atteintes. Dans ce cas, la MTD consiste à couvrir les encrriers ou à utiliser des chambres à racles, et à appliquer d'autres techniques, telles que celles qui sont indiquées dans le Tableau 21.4.

Technique	Voir Section	Applicabilité
Substitution par des encres à base d'eau, durcissement UV ou par faisceau d'électrons	2.4.2.2	Non applicable sur des équipements avec traitement des gaz résiduels
Substitution par des colles et vernis à base d'eau, à haut extrait sec, avec durcissement UV ou sans solvants, ou co-extrusion	2.4.2.4	Non applicable sur des équipements avec traitement des gaz résiduels
Extraction et traitement de l'air des sècheurs	2.4.2.5	Lorsque pas ou peu de substitution n'a eu lieu Non applicable sur certains équipements existants avec des débits d'air élevés et de faibles concentrations en COV
Extraction des presses et autres zones de production : couvrir les encrriers ou utiliser des chambres à racles	Tableau 2.33 et 2.4.2.5.2	Toutes
Concentration de solvants dans les flux de gaz résiduels	20.11.3.1	Lorsque les gaz résiduels sont traités
Extraction et traitement de l'air des machines de nettoyage automatique	2.4.2.5.1 20.9.10	Lorsque les gaz résiduels sont traités
Optimisation de l'utilisation d'un incinérateur	2.4.2.5.3	Lorsque les gaz résiduels sont traités
Optimisation de la concentration en COV vers l'incinérateur par un ventilateur à vitesse variable	20.11.1.5	Lorsque les gaz résiduels sont traités
Fermeture automatique et opportune d'un système de dérivation	2.4.2.5.5	Lorsque les gaz résiduels sont traités
Substitution par des produits de nettoyage contenant peu ou pas de COV	2.4.2.6.1 20.9	Toutes
Nettoyage des cylindres sur presse	20.9.10	Nouvelles presses
Nettoyage à eau sous haute pression	20.9.12	Limité au nettoyage en profondeur et aux rouleaux anilox
Autres techniques de nettoyage sans solvants	20.9, 20.10	Toutes

Tableau 21.4 : Techniques de flexographie et d'héliogravure d'emballage permettant de réduire les émissions de COV

Collecte et traitement des gaz résiduels

68. La MTD pour les gaz résiduels et autres émissions diffuses consiste à la fois :

- * à réduire les émissions de COV en procédant à l'extraction puis au traitement de l'air provenant des sècheurs grâce à l'association de plusieurs techniques décrites à la Section 20.11

- * à appliquer une combinaison des techniques décrites à la Section 20.11.1.1 pour réduire la consommation énergétique et optimiser le traitement des gaz résiduels
- * à réduire les émissions de COV en appliquant les techniques de maintenance décrites à la Section 20.11.1.2.

69. Lorsqu'on applique un traitement thermique des gaz résiduels, la MTD consiste à rechercher les opportunités permettant de récupérer et d'utiliser tout surplus d'énergie, voir Section 20.11.4.4.

21.2.3 MTD pour l'héliogravure d'édition

Réduction des émissions de solvants

70. La MTD consiste à réduire la somme des émissions diffuses et des COV qui subsistent après le traitement des gaz :

- pour les nouvelles installations : à 4 à 5 %, grâce aux techniques 1, 2, 3, 6, 10 et 11, associées à la technique 8, ou aux techniques 8 et 9 du Tableau 21.5
- pour les installations existantes : à 5 à 7 %, grâce aux techniques 1, 2, 10, 11 et à l'une des techniques 4, 5, 6 ou 7 du Tableau 21.5, exprimées en pourcentage de la quantité totale de solvants utilisée (toluène) comme décrit aux Sections 2.3.4.1 et 2.3.4.3.1. Ces plages de valeurs prennent en compte également l'association de la consommation énergétique de la MTD 71 et de la MTD générique de la Section 21.1.

	Technique	Voir Section	Applicabilité
1	Traitement des gaz résiduels par adsorption et récupération du toluène	20.11.6.1	Toutes
2	Utilisation d'encres de rétention	2.4.3.2.2	Toutes
3	Augmentation du temps de séchage	2.4.3.3.2	Nouvelles installations seulement
4	Extraction continue de l'air des sècheurs	2.4.3.3.4	Installations existantes, si la capacité de traitement des gaz résiduels est suffisante
5	Acheminement discontinu de l'air emprisonné dans les presses vers le dispositif de traitement des gaz résiduels	2.4.3.3.5	Installations existantes
6	Acheminement de l'air emprisonné dans les presses vers le dispositif de traitement des gaz résiduels lorsque le solvant est manipulé dans la zone des presses et qu'on observe un débit d'air vers la pièce	2.4.3.3.6	Nouvelles installations. Adaptation impossible
7	Extraction discontinue de l'air des presses, sècheurs et de la salle des presses	2.4.3.3.7	Installations existantes
8	Extraction de l'air des presses, des sècheurs et de la salle des presses lorsque le solvant est manipulé dans la zone des presses et qu'on observe un débit d'air vers la pièce	2.4.3.3.8	Nouvelles installations
9	Ventilation de l'air en circuit fermé	2.4.3.3.9	Nouvelles installations si la rentabilité est suffisante
10	Lames d'air sur la bobine enduite d'encre	2.4.3.3.10	Nouvelles installations
11	Nettoyage des cylindres sur presse	2.4.3.4.1	Nouvelles installations

Tableau 21.5 : Techniques d'héliogravure d'édition permettant de réduire les émissions de COV

Actuellement, l'utilisation d'encres à base d'eau n'est pas recommandée, ou rarement indiquée, dans la mesure où elle augmente de manière significative les difficultés liées au recyclage des produits imprimés.

71. La MTD consiste à éviter une utilisation excessive d'énergie grâce à un nombre optimal de régénérations nécessaires pour maintenir le niveau des émissions dans la limite des valeurs définies dans la MTD 70, voir Section 20.11.6.1.

Eaux usées issues de la récupération du toluène

72. Les condensats de vapeur issus de la récupération du toluène sont généralement rejetés vers les stations d'épuration municipales. La MTD consiste à réduire les émissions de toluène vers les égouts municipaux à 10 mg/l ou moins par strippage d'air, voir Section 2.3.4.3.3. Le niveau des rejets doit être maintenu en-dessous du niveau qui pourrait rendre l'atmosphère des égouts dangereuse (voir Section 20.3.3.1), tout en réduisant au maximum l'impact sur le cycle de l'eau.

21.3 Meilleures techniques disponibles pour la fabrication des fils de bobinage

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

Consommation énergétique

73. La MTD consiste à réduire au maximum la consommation énergétique après séchage de la bobine par refroidissement de celle-ci à l'aide de l'air ambiant et/ou de l'air extérieur (voir Section 3.4.2.1).

Réduction des émissions de solvants

74. La MTD consiste à réduire au maximum les émissions totales de COV grâce à l'une ou aux deux techniques suivantes et aux MTD génériques de la Section 21.1 :

- * utilisation de procédés et/ou de matériaux à faible teneur en solvants (dans le procédé, voir Sections 3.4.4, 3.4.5 et les autres paragraphes de la Section 20.10)
- * utilisation d'une combinaison adaptée des techniques de traitement des gaz résiduels décrites à la Section 3.4.6 (voir aussi la Section 20.11).

Les valeurs d'émissions totales (y compris les émissions diffuses) de COV associées à ces techniques sont les suivantes (voir Section 3.3.3.1) :

- * pour les fils épais (> 0,1 mm de diamètre) 5 g/kg ou moins (g de COV/kg produit)
- * pour les fils fins (0,01 - 0,1 mm de diamètre) 10 g/kg ou moins.

Émissions de solvants provenant de revêtements lubrifiants

75. La MTD consiste à suivre le développement de nouvelles techniques permettant de réduire les émissions issues de revêtements lubrifiants (par exemples, des techniques nécessitant peu ou pas de solvants, voir Section 3.4.5.6) et à chercher à réduire davantage les émissions de COV.

21.4 Meilleures techniques disponibles pour la fabrication des abrasifs

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

Réduction des émissions de solvants

76. La MTD consiste à réduire les émissions totales de COV grâce à l'une ou aux deux techniques suivantes et aux MTD génériques de la Section 21.1 :

- * utilisation de matériaux de collage contenant peu ou pas de solvants. Cela est possible lorsque le procédé ne nécessite pas de refroidissement à l'eau, par exemple pour la fabrication d'abrasifs pour ponçage à sec (voir Sections 4.4.2.1 et 20.8)
- * augmentation de la concentration interne en solvants dans les sécheurs (voir Sections 4.4.4.1 et 20.11.3.1)
- * utilisation d'une combinaison adaptée des techniques de traitement des gaz résiduels décrites à la Section 20.11 (voir aussi la Section 4.4).

Les valeurs d'émissions totales de COV associées à ces techniques sont de 9 à 14 % (m/m) de l'apport en solvants (voir Section 4.3.1).

21.5 Meilleures techniques disponibles pour la fabrication des rubans adhésifs

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

Réduction des émissions de solvants

77. Pour la production de rubans au moyen d'adhésifs à base de solvants, la MTD consiste à réduire les émissions de COV en utilisant une combinaison des techniques décrites et les MTD génériques décrites à la Section 21.1:

- * utilisation d'adhésifs sans solvants pour la fabrication d'une gamme de rubans d'emballage et de bandes-caches de moindre qualité, et de rubans adhésifs double face (voir Sections 5.4.2 et 20.10)
- * utilisation de l'une des techniques suivantes de traitement des gaz résiduels ou d'une combinaison de celles-ci : a+b, a+c, b, ou c, qui correspondent à :
 - a) condensation (voir Sections 5.4.5.1 et 20.11.5.3) après une étape de pré-séchage à l'aide d'un sécheur à gaz inerte (voir Sections 5.4.4.1 et 20.8.1.2)
 - b) adsorption (voir Sections 5.4.5.2, 20.11.6.1 et 20.13.7.1) avec une efficacité de récupération de plus de 90 % de l'apport en solvants et des émissions directes après cette technique de réduction de moins de 1 %
 - c) oxydants avec récupération d'énergie (voir Section 20.11.4)

Les valeurs d'émission associées à ces techniques équivalent aux émissions totales de COV de 5 % (m/m) ou moins de l'apport en solvants (voir Section 5.3.1).

Lorsque la production utilise des adhésifs thermofusibles ou à base d'eau (voir Section 5.4.2), de très petites quantités de solvants sont utilisées, y compris pour le nettoyage, ce qui n'occasionne pratiquement aucune émission. Cependant, ceux-ci ne peuvent être utilisés que pour des types spécifiques d'adhésifs et dans des cas précis.

21.6 Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des voitures

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

78. Pour la fabrication de véhicules, le procédé de peinture est très complexe et entièrement intégré, voir Section 6.4.1. Le choix de la peinture et des systèmes d'application a un impact considérable sur le choix des sécheurs et du traitement des gaz résiduels. Étant donné que certaines techniques sont incompatibles, les MTD ne peuvent pas être garanties pour chaque étape individuellement.

Consommation énergétique

79. La Section 6.3.2.3 montre qu'un atelier de peinture utilise 38 à 52 % de la consommation énergétique totale d'une installation classique d'assemblage et de peinture de carrosseries de voitures. La MTD consiste donc à réduire au maximum la consommation énergétique par le choix et le mode d'utilisation de la peinture, le séchage/durcissement et les systèmes associés de réduction des gaz résiduels traités dans les MTD 78 et 80.

MTD communes

80. La MTD consiste à réduire les émissions de solvants, ainsi que les consommations d'énergie et de matières premières, en choisissant des systèmes de peinture et de séchage conformément à la MTD 28 et aux Sections 6.4.1, 6.4.2, 6.4.3, 6.4.4, 6.4.5 et 6.4.7, en tenant compte des techniques de traitement des gaz résiduels décrites dans les MTD 37 à 42.

Les valeurs d'émission des COV associées aux MTD mentionnées ci-dessus représentent 10 à 35 g/m² (voir Section 6.3.3.1) (ce qui équivaut à 0,3 kg/carrosserie + 8 g/m² à 1,0 kg/carrosserie + 26 g/m²), lorsque les émissions et la surface d'application, comme la zone de revêtement électrolytique, sont définies selon l'Annexe 24.5.

Deux installations ont atteint des valeurs d'émission de 10 g/m² ou moins (présentées à la Figure 6.2) en associant :

- * une usine nouvelle et une nouvelle installation
- * de nouvelles technologies vertes
- * des techniques ne s'appliquant pas ailleurs, par exemple les finitions obtenues ne satisfont pas actuellement les besoins des autres fabricants en matière de qualité.

81. Pour les installations existantes, la MTD consiste à établir et à mettre en œuvre des projets visant à réduire les consommations et les émissions (voir MTD 13) ainsi qu'à atteindre les valeurs d'émission énoncées dans la MTD 81, en tenant compte pour cela des effets croisés et du rapport coûts-avantages, des coûts d'investissement élevés et des longues périodes de recouvrement. Il est important de noter ce qui suit :

- le coût des investissements et les périodes de recouvrement sont traités à la Section 6.1, et d'autres facteurs ayant une incidence sur la mise en œuvre des MTD sont mentionnés dans le paragraphe 7
- il existe deux types de techniques applicables pour réduire les émissions de COV :
 - (a) des techniques qui peuvent être mises en œuvre en peu de temps (sur un à trois ans par exemple) comme celles du Tableau 21.6 ci-dessous :

Section	Techniques	Groupes spécifiques de techniques à prendre en considération
20.1	Systèmes de management environnemental (SME)	Amélioration continue (Section 20.1.2)
20.2	Conception, exploitation et gestion de l'installation	Automatisation (Section 20.2.3), en particulier pour la pulvérisation et la distribution de peinture (voir aussi Section 20.6)
20.6	Gestion des matières premières	Toutes
20.7.3	Procédés et équipement d'application de la peinture	Adoption de techniques de pulvérisation plus efficaces : HVB (Section 20.7.3.9) Pistolage sans air (Section 20.7.3.11) Cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement (Section 20.7.3.15) Disques à rotation rapide assistés électrostatiquement (Section 20.7.3.16) Pistolage assisté par air, sans air et à air comprimé assisté électrostatiquement (Section 20.7.3.17)
20.9	Techniques de nettoyage	
20.10.1	Remplacement des agents de nettoyage (substitution)	(observer la substitution mentionnée dans les MTD 31 à 36)
20.11	Traitement des gaz résiduels	

Tableau 21.6 : Revêtement des véhicules - techniques de réduction des COV pouvant être mises en œuvre à court terme

(b) des techniques qui réduisent considérablement les émissions de COV. Celles-ci impliquent le changement du système de peinture et/ou du système d'application de la peinture et/ou du système de séchage (voir MTD 79 ci-dessus). Ceci concerne habituellement soit une nouvelle installation, soit une entière remise à neuf de l'atelier de peinture, exigeant aussi un investissement financier important.

Dans ce contexte, l'âge de l'atelier de peinture est un facteur important pour le choix de ce qui est approprié à une installation particulière existante (voir Section 6.1, et les facteurs affectant la mise en œuvre des MTD, paragraphe 6).

Il peut être à la fois plus rentable et plus bénéfique d'un point de vue technique (c'est-à-dire une réduction plus importante des émissions de COV sur une période plus longue) de reporter la mise en œuvre après une remise à neuf, par exemple lorsque l'atelier de peinture arrive au terme de son cycle d'investissement. Dans d'autres cas, une telle attente ne peut générer que peu d'avantages.

82. Lorsque les gaz résiduels émanant des cabines de pulvérisation sont traités pour réduire les émissions de COV, la MTD consiste à concentrer les COV dans le cadre d'un prétraitement en utilisant les techniques décrites à la Section 20.11.3.2. Dans l'industrie automobile, il est possible de concentrer les COV selon un facteur compris entre 1:10 et 1:15.

Cette MTD ne s'applique pas aux gaz résiduels émanant de la réduction au niveau des fours en raison de la température élevée de ces gaz résiduels (voir Section 20.11.3.2).

Émissions de particules dans l'air

83. La MTD qui consiste à réduire les particules dans l'air est traitée dans la MTD 43.

Rendement des matériaux

84. Les niveaux d'émission associés à la MTD pour réduire la consommation de solvants sont inclus dans les niveaux d'émission des COV de la MTD 80.

85. L'optimisation de l'efficacité du transfert des revêtements constitue une MTD. Les techniques suivantes sont les plus efficaces en matière de transfert (voir Section 20.7.3) :

- * application robotisée (voir Section 20.2.3)
- * trempage plutôt que pulvérisation
- * application électrostatique
- * pistolets HVBP (haut volume, basse pression)
- * optimisation de la cabine.

Cependant, ces techniques connaissent des limites. Par exemple, les pistolets de pulvérisation traditionnels et la pulvérisation manuelle peuvent être nécessaires sur des surfaces restreintes pour lesquelles les pistolets HVBP ou les pistolets électrostatiques ne peuvent pas être utilisés, ne peuvent pas donner de bons résultats ou satisfaire les exigences de fonctionnement, comme dans la fabrication en faibles quantités.

Émissions dans l'eau

86. La MTD pour les systèmes d'épurateurs par voie humide est décrite dans la MTD 49.

87. La MTD visant à réduire au maximum la pollution de l'eau est traitée dans les MTD 44 à 49.

Déchets

88. La MTD consiste à réduire au maximum la production de déchets de peinture des deux façons suivantes :

- * en réduisant la surpulvérisation de peinture en optimisant l'efficacité du transfert
- * en déshydratant les résidus de peinture avant leur élimination, en les recyclant ou en utilisant la technique d'émulsion dans l'eau (voir Sections 20.7.5.6, 20.7.5.7 et 20.7.5.8).

21.7 Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des fourgons, des camions et des cabines de camions

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

89. Pour la fabrication de véhicules, le procédé de peinture est très complexe et entièrement intégré ; il est encore plus complexe pour les camions et les véhicules commerciaux pour des raisons techniques et économiques, voir Sections 7.3.3.1 et 7.4. Le choix de la peinture et des systèmes d'application a un impact considérable sur le choix des sècheurs et du système de traitement des gaz résiduels. C'est pourquoi il est impossible de garantir des MTD pour chaque étape individuellement.

MTD communes

90. La MTD consiste à réduire au maximum les émissions de solvants ainsi que les consommations d'énergie et de matières premières, en choisissant des systèmes de peinture et de séchage conformément à la MTD 28, associée aux techniques de traitement des gaz résiduels décrites dans les MTD 37 à 42.

Les valeurs totales d'émission de solvants provenant des COV associées à la MTD mentionnée ci-dessus sont les suivantes (voir Section 7.3.3.1) :

- * pour le revêtement des nouvelles cabines de camions 10 – 55 g/m²
- * pour le revêtement de nouveaux fourgons et camions 15 – 50 g/m²

lorsque les émissions et la surface d'application, comme la surface de revêtement électrolytique, sont définies selon l'Annexe 24.5.

91. La MTD pour la planification et la mise en œuvre des réductions de la consommation et des émissions sont indiquées dans la MTD 81.

92. La MTD consiste à réduire à 20 g/m² ou moins les émissions de solvants issues du nettoyage en adoptant de bonnes pratiques d'entretien, de nettoyage ou des techniques de substitution, comme celles mentionnées dans les Sections 20.2.2, 20.9 et 20.10 (voir Section 7.3.3.1).

93. La MTD consiste à réduire les émissions de solvants issues de l'application de matériaux d'insonorisation ou de revêtement de sols en utilisant des matériaux en polyuréthane ou en PVC sans solvants appliqués par pistelage sans air (voir Section 8.2.8).

Émissions de particules dans l'air

94. La MTD qui consiste à réduire les particules dans l'air est traitée dans la MTD 43.

Rendement des matériaux

95. Les niveaux d'émission associés à la MTD pour réduire la consommation de solvants sont inclus dans les niveaux d'émission des COV de la MTD 92.

96. La MTD visant à optimiser l'efficacité de transfert des revêtements est décrite dans la MTD 85 (voir Section 20.7.3).

Émissions dans l'eau

97. La MTD pour les systèmes d'épurateurs par voie humide est décrite dans la MTD 49.

98. La MTD visant à réduire au maximum la pollution de l'eau est traitée dans les MTD 44 à 49.

Déchets

99. La MTD visant à réduire au maximum les déchets de peinture est décrite dans la MTD 88.

21.8 Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des bus

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

100. Pour la fabrication de véhicules, le procédé de peinture est très complexe et entièrement intégré ; il est encore plus complexe pour les bus pour des raisons techniques et économiques, voir Sections 8.3.3.1 et 8.4. Le choix de la peinture et des systèmes d'application a un impact considérable sur les sècheurs et le traitement des gaz résiduels. C'est pourquoi il est impossible de garantir des MTD pour chaque étape individuellement.

MTD communes

101. La MTD consiste à réduire les émissions de solvants, ainsi que les consommations d'énergie et de matières premières, en choisissant des systèmes de peinture et de séchage conformément à la MTD 28, associée aux techniques de traitement des gaz résiduels décrites dans les MTD 37 à 42.

Les valeurs d'émission des COV associées à la MTD mentionnée ci-dessus sont de 92 – 150 g/m² pour le revêtement des nouveaux bus (voir Section 8.3.3.1), lorsque les émissions et la surface d'application, comme la surface de revêtement électrolytique, sont définies selon l'Annexe 24.5.

102. La MTD pour la planification et la mise en œuvre des réductions de la consommation et des émissions sont indiquées dans la MTD 81.

103. La MTD consiste à réduire à 20 g/m² ou moins les émissions de solvants issues du nettoyage en adoptant de bonnes pratiques d'entretien, de nettoyage ou des techniques de substitution, comme celles mentionnées dans les Sections 20.2.2, 20.9 et 20.10 (voir Section 8.3.3.1).

104. La MTD consiste à réduire les émissions de solvants issues de l'application de matériaux d'insonorisation et de revêtement de sols en utilisant des polyuréthanes sans solvants ou des matériaux en PVC appliqués par pistelage sans air (voir Section 8.2.8).

105. La MTD consiste à réduire au maximum les émissions de solvants en utilisant des matériaux pré-enduits (prélaqués en continu) pour la construction de véhicules (voir Section 9.3.3).

Émissions de particules dans l'air

106. La MTD qui consiste à réduire les particules dans l'air est traitée dans la MTD 43.

Rendement des matériaux

107. Les niveaux d'émission associés à la MTD pour réduire la consommation de solvants sont inclus dans les niveaux d'émission des COV des MTD 101 et 103.

108. La MTD visant à optimiser l'efficacité de transfert des revêtements est décrite dans la MTD 85 (voir Section 20.7.3).

Émissions dans l'eau

109. La MTD pour les systèmes d'épurateurs par voie humide est décrite dans la MTD 49.

La MTD visant à réduire au maximum la pollution de l'eau est traitée dans les MTD 44 à 49.

Déchets

110. La MTD visant à réduire au maximum les déchets de peinture est décrite dans la MTD 88.

21.9 Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des trains

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

Émissions de solvants dans l'air

111. La MTD consiste à réduire les émissions de COV en associant les techniques du Tableau 21.7 ci-dessous et les MTD génériques décrites à la Section 21.1 :

Technique	Section	Applicabilité
Techniques spécifiques aux matériaux		
Application de couches d'impression, de couches primaires et de couches de finition à base d'eau	9.3.3 et 9.4.2.1	
Application d'une couche transparente classique	9.3.3 et 9.4.1	Seulement pour les finitions laquées à deux couches
Couches primaires à base d'eau et protection de soubassement avec des matériaux à couche épaisse	9.3.3 et 9.4.1	
Couches primaires et couches de remplissage à base d'eau	9.3.3 et 9.4.2.1	
Enduits d'imprégnation contenant peu de styrène	9.3.3	
Peintures à haut extrait sec	9.4.2.2	Pour les couches de finition à 1 couche lorsque les couches de finition à base d'eau ne sont pas utilisées
Matériaux pré-enduits (prélaqués en continu) pour les nouvelles constructions de véhicules ferroviaires	9.3.3	
Techniques spécifiques au procédé :		
Application par trempage, revêtement traditionnel ou électrodéposition	20.7.2.3	
Application de matériaux d'insonorisation et de revêtement de sols en polyuréthane sans solvants	8.2.8	Lorsqu'on utilise un dispositif d'insonorisation et de revêtement de sols
Réduction des surfaces peintes, par exemple en utilisant des feuilles adhésives pour les décors ou comme protection anti-graffitis	9.3.3	

Dispositifs d'application efficaces : HVBP, pistolet sans air et sans air assisté par air	9.3.3 et 9.4.3.2	
Recyclage des agents de nettoyage par distillation des déchets de peinture contenant des solvants et des résidus de peinture	9.3.3, 20.13.1 et 20.13.2.2	
Oxydants thermiques pour le traitement des gaz résiduels	9.3.3 et 9.4.6.5	Gaz résiduels émanant des sècheurs

Tableau 21.7 : Trains - techniques de réduction des émissions de solvants dans l'air

Les valeurs d'émission des COV associées à ces techniques atteignent 70 – 110 g de COV/m² de surface peinte, voir Section 9.3.3.1 (voir Annexes 24.2. Il ne s'agit pas ici de la surface de revêtement électrolytique, telle que définie à l'Annexe 24.5).

Émissions de particules dans l'air

112. La MTD consiste à réduire les émissions de particules en appliquant une combinaison adaptée des techniques suivantes :

- * amélioration de l'efficacité d'absorption par la centrifugation Venturi (voir Section 20.11.3.4)
- * épurateurs (voir Section 9.4.6.2)
- * systèmes de filtre sec (voir Section 9.4.6.3)
- * filtres électrostatiques (voir Section 9.4.6.4).

Les valeurs d'émission associées à ces techniques sont de 3 mg/m³ ou moins.

21.10 Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des machines agricoles et des engins de chantier (MAEC)

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

Émissions de solvants dans l'air

113. Les peintures et leurs systèmes d'application peuvent être interdépendants, et le choix du système de collecte et de traitement des gaz résiduels dépend des choix effectués. La MTD consiste à sélectionner un système de peinture et de séchage conformément à la MTD 28, associée aux systèmes de traitement des gaz conformément aux MTD 37 à 42. Des techniques adaptées peuvent être choisies dans les tableaux 21.8, 21.9 et 21.10 ci-dessous, ainsi que dans les MTD 114 et 115.

D'après le jugement d'experts du TWG, les niveaux d'émission des COV associés à la MTD ci-dessus sont les suivants :

- * émissions de 20 à 50 mg de C/m³ dans les gaz résiduels et de 10 à 20 % (m/m) de l'apport en solvants pour les émissions diffuses, ou
- * émissions globales de 0,2 à 0,33 kg de COV par kg d'extrait sec.

Technique	Voir Section	Applicabilité
Couche primaire époxy à 2 composants à base d'eau	20.7.2.3	
Couche de finition à 2 composants à base d'eau		
Revêtement par trempage à base d'eau, à deux étapes	20.7.2.3	
Électrodéposition + revêtement par trempage à base d'eau	20.7.2.3	
Électrodéposition + couche de finition à 2 composants (à base de solvants ou d'eau) pulvérisée sur des surfaces visibles	20.7.2.2, 20.7.2.3	
Revêtement en poudre	20.7.2.5	Nouvelles installations ou installations mises à niveau

Tableau 21.8 : MAEC - techniques liées aux matériaux de revêtement

Technique	Voir Section	Applicabilité
Passer d'une application par pulvérisation à un revêtement par trempage classique	20.7.3.3	Lorsque les pièces ont des dimensions adaptées
Passer d'une application par pulvérisation à une couche primaire par électrodéposition	20.7.3.4	Lorsque les pièces ont des dimensions adaptées
Passer d'un système d'application à deux couches à un revêtement électrolytique en une seule application	20.7.3.4	Lorsque les pièces ont des dimensions adaptées
Passer à une couche de finition en poudre	20.7.3.18	Nouvelles installations ou installations mises à niveau

Tableau 21.9 : MAEC - techniques d'application

Techniques	Voir Section	Applicabilité
Filtration des émissions de particules	20.11.3.5	Revêtements à base d'eau
confinement de l'installation de prétraitement et du traitement de l'air évacué	20.11 et 20.11.3.7	Revêtements à base de solvants
Réduction de l'air évacué issu des fours	20.11	Revêtements à base de solvants
Réduction de l'air évacué issu des réservoirs de trempage (adsorption, incinération)	20.11	Revêtements à base de solvants

Tableau 21.10 : MAEC - techniques de traitement des gaz résiduels**Substitution**

114. La MTD consiste à utiliser d'autres systèmes de revêtement à la place des peintures à base de solvants halogénés (voir MTD 33 et 34). D'autres systèmes de revêtement sont disponibles (voir Sections 20.7 et 20.10).

Pour les solvants de nettoyage halogénés, voir MTD 33 et 35.

115. La MTD consiste à utiliser un revêtement par trempage (voir Sections 10.2, 10.4 et 10.4.3) sur des pièces avant montage pour :

- * réduire les émissions de solvants en réduisant la pulvérisation
- * améliorer le rendement des matériaux (en fonction de l'épaisseur de revêtement requise)
- * réduire la quantité de flux d'air et donc la dimension et la consommation énergétique des équipements d'extraction et de réduction.

Émissions de particules dans l'air

116. La MTD qui consiste à réduire les particules dans l'air est traitée dans la MTD 43.

21.11 Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des bateaux et des yachts

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

117. La vente et l'utilisation de peintures anti-salissures contenant de l'oxyde de tributylétain (TBTO) sont régies par la législation européenne, voir Section 11.2.3. Des revêtements anti-salissures moins nocifs pour l'environnement sont décrits à la Section 11.4.5.

118. La MTD consiste à réduire au maximum les émissions dans l'environnement en s'assurant que les MTD de cette section font partie de la discipline appliquée en cale sèche pour l'installation.

Émissions de solvants dans l'air

119. La MTD consiste à réduire les émissions de COV grâce à une combinaison des techniques suivantes associées aux MTD génériques de la Section 21.1 :

- * utilisation de peintures à base d'eau, à haut extrait sec ou à 2 composants (avec ou sans pulvérisation à chaud, voir Section 11.4.4.2) plutôt que des peintures traditionnelles à base de solvants (voir Section 11.4.2). L'ampleur de la substitution peut être limitée par les exigences du client et les exigences techniques propres au revêtement
- * réduction de la surpulvérisation et augmentation de l'efficacité d'application (voir Section 11.4.6) en conservant les pertes de peinture dans le fond de la cale sèche :
 - en utilisant des bâches, des rideaux d'eau ou d'autres méthodes
 - en limitant la pulvérisation lorsque l'intensité et la direction du vent augmentent les pertes de peinture
- * pour les nouvelles constructions, pulvériser les sections construites avant l'assemblage (pièces détachées) dans des zones fermées (voir Section 11.2.1)
- * extraire l'air issu des zones fermées de pulvérisation et appliquer une combinaison adaptée des techniques de traitement des gaz résiduels décrites à la Section 20.11 (voir aussi la Section 11.4.6.3).

Émissions de particules dans l'air

120. La MTD consiste à réduire les émissions dans l'air de particules de poussière grâce à une ou plusieurs des techniques suivantes :

- * contenir, dans la cale ou sur la cale d'immersion, la poussière et toute particule d'abrasif et de peinture enlevée :
 - en utilisant des bâches et/ou des rideaux d'eau, ou d'autres méthodes équivalentes
 - en limitant l'élimination de la peinture avec un abrasif lorsque l'intensité et la direction du vent augmentent le déplacement des poussières
 - en procédant à un décapage par sablage ou sous vide, à eau sous haute pression ou par projection de particules (voir Sections 11.4.3.2, 11.4.3.3, 11.4.3.4) conformément aux exigences techniques.

121. La MTD consiste à réduire la contamination des eaux usées en retirant les résidus de peinture, les restes et les conteneurs, les abrasifs usagés, la boue, les résidus d'huile et tout autre déchet présent dans la cale avant de l'immerger. Ces matières doivent être conservées dans des conteneurs pour être traitées de manière adaptée, réutilisées et/ou éliminées par exemple (voir Sections 11.3.3.1 et 20.12).

21.12 Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des avions

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

122. La construction et la maintenance des avions font l'objet d'une approbation de type en matière de sécurité, et les constructeurs garantissent la protection anti-corrosion pendant 25 ans. Cela peut limiter certaines options des MTD, dans la mesure où seuls des systèmes de peinture spécifiques peuvent être utilisés.

123. La MTD consiste à éliminer les émissions de Cr(VI) dans le milieu aquatique en utilisant des procédés de passivation alternatifs au lieu du Cr(VI) pour la peinture primaire réactive lorsqu'un procédé type approuvé existe (voir Section 12.4.3).

124. La MTD consiste à réduire les émissions de COV grâce aux techniques suivantes, ou à l'association de certaines d'entre elles, associées aux MTD génériques de la Section 21.1 :

- * utilisation de peintures à haut extrait sec ou à 2 composants plutôt que des matériaux à plus forte teneur en solvants (voir Section 12.4.2.1)
- * confinement des gaz résiduels au point d'application et des pièces des composants (voir Sections 12.3.1.1 et 12.4.5.3) puisque les composants représentent 80 % de la surface d'application
- * utilisation d'une combinaison adaptée des techniques de traitement des gaz résiduels décrites à la Section 20.11 (voir aussi la Section 12.4.5)
- * réduction ou remplacement des solvants utilisés lors du nettoyage (voir Sections 20.9 et 20.10), automatisation des équipements de nettoyage (voir Section 20.2.3), par exemple mesurer les quantités de solvants utilisées pour le nettoyage, et réduction des émissions lors du stockage et de l'utilisation (voir Sections 20.2.2.1 et 20.2.3), notamment utilisation de chiffons pré-imprégnés pour le nettoyage.

Émissions de particules dans l'air

125. La MTD consiste à réduire les émissions de poussière :

- * soit en améliorant l'efficacité d'absorption par un procédé de séparation Venturi (voir Section 12.4.5.1)
- * soit en utilisant un épurateur (voir Section 12.4.5.2).

Les valeurs d'émission associées à ces techniques sont de 1 mg/m³ ou moins.

21.13 Meilleures techniques disponibles pour le revêtement d'autres surfaces en métal

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

MTD communes

126. Les peintures et leurs systèmes d'application peuvent être interdépendants et seront choisis en fonction du type de pièce à traiter et du substrat. Le choix du système de collecte et de traitement des gaz résiduels dépend également de ces choix. La MTD consiste à choisir les systèmes de peinture et de séchage conformément à la MTD 28, associée aux techniques de traitement des gaz résiduels décrites dans les MTD 37 à 42.

Émissions de solvants dans l'air

127. La MTD consiste à réduire les émissions de COV grâce à l'une des techniques suivantes ou à une combinaison de celles-ci, associées aux MTD génériques de la Section 21.1 :

- * peintures à faible teneur en solvants (voir Section 20.7.2)
- * techniques de réduction des COV de la MTD 126.

D'après le jugement d'experts du TWG, les valeurs d'émission de COV associées à ces techniques sont de 0,1 à 0,33 kg de COV/kg d'extrait sec (tel qu'expliqué à l'Annexe 24.2). Ces niveaux ne s'appliquent pas lorsque le revêtement de pièces automobiles métalliques s'effectue dans une installation et lorsque ces émissions sont comprises dans le calcul des émissions massiques pour le revêtement en série de véhicules (voir Section 21.6, 21.7 et 21.8).

128. La MTD consiste à utiliser d'autres systèmes de revêtement à la place des peintures à base de solvants halogénés (voir MTD 33 et 34). D'autres systèmes de revêtement sont disponibles (voir Sections 20.7 et 20.10).

Pour les solvants de nettoyage halogénés, voir MTD 32 et 35.

Rendement des matériaux

129. La MTD consiste à réduire la consommation de matières (y compris l'utilisation de solvants) grâce à des techniques d'application à haut rendement (voir Section 20.7.3).

21.14 Meilleures techniques disponibles pour le prélaquage en continu

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1. Ce secteur industriel utilise des procédés de prétraitement à base d'eau (dégraissage, électrodéposition, couches de conversion, etc.) et les MTD relatives à ces procédés sont traitées dans le BREF STM, voir paragraphe 3.

Consommation énergétique

130. La MTD consiste à réduire la consommation d'énergie grâce à une sélection de techniques de la Section 20.5 et à la récupération d'énergie provenant du traitement thermique des gaz résiduels, voir Section 20.11. Les valeurs de consommation associées à cette MTD sont indiquées dans le Tableau 21.11 (voir Section 14.3.2.3) :

Énergie utilisée/1 000 m ² de substrat	Minimum	Maximum
Électricité utilisée en kWh/1 000 m ² d'aluminium	270	375
Électricité utilisée en kWh/1 000 m ² d'acier	250	440
Combustibles fossiles en MJ/1 000 m ² d'aluminium	4 000	9 800
Combustibles fossiles en MJ/1 000 m ² d'acier	3 000	10 200

Tableau 21.11 : Prélaquage en continu - consommation énergétique pour le revêtement de substrats en aluminium et en acier

Émissions de solvants dans l'air

131. La MTD consiste à réduire les émissions de COV en associant les techniques du Tableau 21.12 et les MTD génériques décrites à la Section 21.1. Les valeurs d'émissions de COV associées à ces techniques sont les suivantes (voir Section 14.3) :

* pour les nouvelles installations : 0,73 à 0,84 g/m² pour les gaz résiduels, et 3 à 5 % pour les émissions diffuses

* pour les installations existantes : 0,73 à 0,84 g/m² pour les gaz résiduels, et 3 à 10 % pour les émissions diffuses.

Voir Section 14.3.3.1. Les installations existantes ne pourront atteindre les valeurs les plus basses de cette plage qu'après avoir subi une mise à niveau importante.

Technique	Voir Section	Applicabilité
Substitution		
Revêtements à haut extrait sec	14.4.3.1	Certaines applications seulement
Revêtements à base d'eau	14.4.3.2	Certaines applications seulement
Revêtements en poudre ⁽¹⁾	14.4.3.3	Émissions de COV pratiquement nulles, mais des problèmes d'odeurs
Revêtements par film laminé	14.4.3.4	Certaines applications seulement
Revêtement		
Application au rouleau	14.4.4.1	⁽²⁾ Toutes
Collecte et traitement des gaz résiduels		
Joints d'étanchéité à l'air à l'entrée et à la sortie	14.4.8.1	⁽²⁾ Toutes
Pression de l'air négative dans les zones de procédés	14.4.8.2	⁽²⁾ Toutes
Extraction et traitement de l'air provenant de la zone de préparation des revêtements	14.4.8.3	⁽²⁾ Toutes les nouvelles installations : faible concentration en COV
Extraction et traitement de l'air provenant de l'application de la peinture	14.4.8.4	⁽²⁾ Toutes : 8 % des sources de COV
Extraction et traitement de l'air provenant du sécheur/four	14.4.8.5	⁽²⁾ Toutes : 95 % des COV traités
Extraction et traitement de l'air provenant de la zone de refroidissement	14.4.8.6	Nouvelles installations : 1 – 2 % des COV
Nettoyage	14.4.4.2	
Gestion des déchets contenant des solvants	20.2.2.1 et 20.13	

⁽¹⁾ Les revêtements en poudre peuvent présenter un niveau d'émissions de COV pratiquement nul, mais ils ne peuvent pas être utilisés pour toutes les applications pour des raisons techniques. Ils impliquent aussi souvent un traitement des gaz résiduels pour les odeurs qu'ils dégagent.

⁽²⁾ Toutes = procédés de revêtement sans poudres, lorsque ces techniques peuvent être utilisées pour d'autres raisons, comme la maîtrise des odeurs.

Tableau 21.12 : Prélaquage en continu - sélection de techniques pour contrôler les consommations et les émissions de solvants

Déchets

132. La MTD consiste à recycler l'acier et l'aluminium des substrats résiduels, voir Section 14.3.3.3.

21.15 Meilleures techniques disponibles pour le revêtement et l'impression d'emballages métalliques

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

Consommation énergétique

133. La MTD consiste à réduire la consommation d'énergie grâce aux techniques de la Section 20.5 et à la récupération d'énergie provenant du traitement thermique des gaz résiduels, voir Section 20.11. Les valeurs de consommation associées à cette MTD pour les canettes EE sont les suivantes (voir Section 15.3.2) :

- * gaz naturel : 5 – 6,7 kWh/m²
- * électricité : 3,6 – 5,5 kWh/m²
- * énergie récupérée (lorsque cela est possible, mais ce n'est pas le cas pour des niveaux d'émissions atteints par substitution) : 0,3 – 0,4 kWh/m².

Émissions de solvants dans l'air

134. La MTD consiste à réduire les émissions de solvants. Les valeurs d'émission de COV indiquées dans le Tableau 21.13 (voir Section 15.3.3.1) sont associées à l'application d'une sélection de techniques décrites dans le Tableau 21.14 associées aux MTD génériques décrites à la Section 21.1.

	Niveaux d'émission de COV à l'application (g/m ²) ⁽²⁾	
	À base de solvants	À base d'eau
Contact avec des produits alimentaires * canettes de boissons EE * feuilles pour les extrémités, les canettes et les composants * fûts	6,7 – 10,5 4 – 93 90 – 100	3,2 – 4,5 1 – 30
Contact avec des produits non alimentaires * feuilles pour les extrémités, les canettes et les composants * fûts	4 – 93 60 – 70	1 – 30 11 – 20
Vernis d'impression * feuilles pour les extrémités, les canettes et les composants ⁽¹⁾	2,5 – 13	1 – 6
Notes : ⁽¹⁾ Les applications d'encre et de peintures UV sont limitées à des applications non alimentaires et spéciales mais peuvent produire des valeurs inférieures à celles rapportées dans ce tableau. ⁽²⁾ Ces valeurs incluent aussi les émissions diffuses.		

Tableau 21.13 : Valeurs d'émission de solvants associées à cette MTD pour les emballages métalliques

Technique	Voir Section	Applicabilité
Remplacement du revêtement et des encres (substitution)	15.4.1, 15.4.2	
Techniques d'application	15.4.3	
Impression	15.4.4 (voir également les sections et les MTD applicables à l'impression)	
Collecte et traitement des gaz résiduels	15.4.5, 20.11	
Réduction maximale et traitement des déchets contenant des solvants	20.13	

Tableau 21.14 : Techniques d'emballages métalliques permettant de réduire les émissions de solvants

Émissions dans l'eau

135. La MTD consiste à réduire les émissions dans l'eau. Les niveaux d'émissions indiqués dans le Tableau 21.15 peuvent être atteints grâce à une combinaison adaptée des techniques mentionnées aux Sections 15.4.6 et 20.12.

Composé	Concentration (mg/l)
DCO	350 ou moins
AOX	0,5 – 1
HC	20 ou moins
Sn	4 ou moins

Tableau 21.15 : Emballages métalliques - niveaux d'émission dans les eaux usées

21.16 Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des pièces à traiter en plastique

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

136. Lorsque l'on applique des systèmes de prétraitement à base d'eau, la MTD et les valeurs d'émission correspondantes sont traitées dans le BREF STM, voir paragraphe 3.

137. Les peintures et leurs systèmes d'application peuvent être interdépendants et seront choisis en fonction du type de pièce à traiter et du substrat. Il peut également y avoir des incompatibilités entre différents systèmes de peinture. Le choix du système de collecte et de traitement des gaz résiduels dépend également de ces choix.

MTD communes

138. La MTD consiste à réduire la consommation et les émissions de solvants, à optimiser l'efficacité d'application de la peinture et à réduire la consommation d'énergie en choisissant des systèmes de peinture et de séchage conformément à la MTD 28, associée aux techniques de traitement des gaz résiduels décrites dans les MTD 37 à 42.

Émissions de solvants dans l'air

139. La MTD consiste à réduire les émissions de COV grâce à l'une des techniques suivantes ou à une combinaison de celles-ci, associées aux MTD génériques de la Section 21.1 :

- * peintures à faible teneur en solvants (voir Section 20.7.2)
- * techniques de réduction des COV des MTD 138, 140 et 141.

D'après le jugement d'experts du TWG, les valeurs d'émission associées à ces techniques sont de 0,25 à 0,35 kg de COV/kg d'extrait sec (voir Section 16.3.2.1, et tel qu'expliqué à l'Annexe 24.2). Ces niveaux ne s'appliquent pas lorsque le revêtement de pièces automobiles en plastique s'effectue dans une installation et lorsque ces émissions sont comprises dans le calcul des émissions massiques pour le revêtement en série de véhicules (voir Section 21.6, 21.7 et 21.8).

140. Pour les nouvelles installations ou les installations mises à niveau, la MTD consiste à réduire les émissions de solvants en privilégiant les systèmes à base d'eau.

141. Pour les zones de traitement du polypropylène simple, la MTD consiste à réduire les émissions de solvants et l'utilisation d'eau en procédant à un nettoyage manuel à l'aide de chiffons pré-imprégnés de solvants (voir Section 16.2).

Émissions de particules dans l'air

142. La MTD qui consiste à réduire les particules dans l'air est traitée dans la MTD 43.

Rendement des matériaux

143. La MTD consiste à réduire la consommation de matières (y compris l'utilisation de solvants) et les pertes de matières premières en augmentant l'efficacité de transfert et en améliorant les techniques de gestion des matières premières. Les techniques suivantes sont des techniques clés mais connaissent des limites techniques (voir Sections 16.2 et 16.4) :

- * prétraitement de la surface plastique à l'aide d'une préparation par fluoration
- * techniques d'application à haut rendement, telles que (voir Section 20.7.3) :
 - automatisation de l'application du revêtement (des efficacités de 45 à 85 % sont possibles, en fonction de la géométrie de la pièce)
 - utilisation de cloches à rotation rapide assistées électrostatiquement
 - utilisation d'applicateurs électrostatiques ou HVBP
 - peinture par lots.

Émissions dans l'eau

144. La MTD pour les systèmes d'épurateurs par voie humide est décrite dans la MTD 49.

- * optimiser l'efficacité du transfert (voir Section 20.7.3)
- * réduire au maximum la formation de résidus de peinture (voir Sections 20.7.5.6, 20.7.5.7 et 20.7.5.8).

145. La MTD visant à réduire au maximum la pollution de l'eau est traitée dans les MTD 44 à 47.

Déchets

146. La MTD visant à réduire au maximum les déchets de peinture est décrite dans la MTD 88.

21.17 Meilleures techniques disponibles pour le revêtement des meubles et du bois

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

147. Les peintures et leurs systèmes d'application peuvent être interdépendants et seront choisis en fonction du type de pièce à traiter et du substrat. Il peut également y avoir des incompatibilités entre différents systèmes de peinture. Le choix du système de collecte et de traitement des gaz résiduels dépend également de ces choix.

MTD communes

148. La MTD consiste à réduire la consommation et les émissions de solvants, à optimiser l'efficacité d'application du revêtement et à réduire au maximum la consommation d'énergie en choisissant des systèmes de peinture et de séchage conformément aux techniques du Tableau 21.17, à la MTD générique de la Section 21.1, à la MTD 28 et au système de traitement des gaz résiduels décrit dans les MTD 37 à 42.

Émissions de solvants dans l'air

149. Les valeurs d'émissions de COV associées à la MTD 148 sont les suivantes :

- * 0,25 kg ou moins de COV/kg d'extrait sec.
- ou
- * les valeurs du Tableau 21.16 :

Teneur en solvants organiques du système de peinture	Teneur en solvants (% (m/m))	Mesures de réduction des émissions	Émission de COV (g/m ²)
Élevée	65	Des techniques d'application à haut rendement et un nettoyage minutieux	40 – 60
Moyenne	20		10 – 20
Faible	5		2 – 5

Tableau 21.16 : Revêtement du bois - émissions de COV de différents systèmes de peinture grâce à des mesures de réduction des émissions primaires

Technique	Voir Section	Applicabilité
Substitution		
Revêtements à base d'eau	17.4.3.1	Impossible sur du chêne
Revêtements en poudre – séchage traditionnel	17.4.3.2	Uniquement sur des MDF
Revêtements à durcissement par rayonnement	17.4.3.3	Uniquement sur des pièces plates
Revêtement		
Application au rouleau et par remplissage à l'aide de vernisseuses-enduiseuses	17.4.4.1	Uniquement sur des pièces plates
Application au rideau (coulée)	17.4.4.2	
Application traditionnelle par trempage	17.4.4.3	
Revêtement sous vide	17.4.4.5	
Revêtements en poudre – pulvérisation assistée électrostatiquement	17.4.4.9	
Noyage	17.4.4.4	
Collecte et traitement des gaz résiduels		
Cabines de pulvérisation avec réduction des particules	17.4.5	
Techniques de traitement des gaz résiduels	17.4.4.6 et 20.11	Lorsque d'autres techniques ne peuvent s'appliquer ou ne permettent pas d'obtenir des niveaux d'émissions convenables
Gestion des déchets contenant des solvants	20.2.2.1 et 20.13	

Tableau 21.17 : Techniques de revêtement du bois permettant de réduire la consommation et les émissions de solvants, et d'améliorer l'efficacité du revêtement

Émissions de particules dans l'air

150. La MTD consiste à réduire les émissions de particules issues de la pulvérisation grâce à des systèmes de filtres secs ou humides appliqués aux gaz résiduels de la pulvérisation, comme décrit aux Sections 20.11.3.5, 20.11.3.6 et 20.11.3.7 ainsi qu'à la Section 17.4.5. Les niveaux d'émissions associés à ces techniques sont indiqués dans la MTD 43.

Valeurs contradictoires

Ce secteur industriel a enregistré des résultats qui viennent infirmer les valeurs indiquées dans la MTD 43. Conformément aux informations fournies dans les Sections 17.4.7.1 et 17.4.7.4, les valeurs d'émission considérées comme étant associées à cette MTD sont de 10 mg/m³ ou moins pour toutes les installations.

Cette valeur a été fixée sur une base qui a été jugée économiquement et techniquement viable pour cette industrie.

Rendement des matériaux

151. La MTD consiste à optimiser l'utilisation des matières premières en appliquant les techniques du Tableau 21.17 et de la Section 17.4.1.

21.18 Meilleures techniques disponibles pour la préservation du bois

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

152. En raison de la toxicité des composants dans les systèmes de traitement (voir Section 18.1), il faut rappeler l'importance des MTD 15 et 16 relatives à la prévention des rejets imprévus dans l'eau et le sol.

Émissions de solvants dans l'air

153. La MTD consiste à réduire les émissions des COV des solvants à l'aide d'une imprégnation sous vide par des systèmes à base d'eau ou de solvants à forte concentration en agents pesticides (voir Sections 18.4.2 et 20.10), ou par un traitement des gaz résiduels des systèmes de solvants (voir Section 20.11). La condensation ou le charbon actif peuvent convenir tout particulièrement à la nature intermittente et aux volumes très variables des activités.

154. La MTD consiste à utiliser l'ultime étape sous vide du cycle du procédé pour retirer le solvant ou le support en excès.

La réduction des émissions de COV associées à la MTD 153 et à cette MTD 154 est la suivante (voir Section 18.3.3.1) :

- * une réduction de 99 % peut être obtenue grâce à des systèmes à base d'eau
- * une réduction de 70 % peut être obtenue grâce à des systèmes à base de solvants avec traitement des gaz résiduels.

155. Pour les systèmes de solvants, une quantité significative de solvants est rejetée une fois que le bois a été traité. La MTD consiste donc à réduire l'impact de ces solvants en utilisant des systèmes de solvants qui présentent des potentiels inférieurs de formation d'ozone (voir Section 20.10.2).

156. La pulvérisation ne constitue pas une MTD, dans la mesure où elle présente une efficacité globale d'application de seulement 10 à 15 % (voir Section 18.4.3).

Émissions dans l'eau et dans le sol

157. Pour les systèmes à base d'eau et à base de solvants, la MTD consiste à drainer l'excédant de pesticide dans des zones confinées (voir Section 20.2.1). Les pesticides collectés peuvent soit être réutilisés, soit être éliminés en tant que déchets dangereux.

21.19 Meilleures techniques disponibles pour la fabrication des miroirs

L'Introduction à ce chapitre (dans la Section « Quelques conseils pour mieux comprendre ce chapitre », paragraphe 2) définit comment les MTD de cette section se réfèrent aux MTD génériques de la Section 21.1.

Émissions de solvants dans l'air

158. La MTD consiste à réduire la consommation et les émissions de solvants (essentiellement le xylène) grâce à l'association des techniques suivantes et des MTD génériques décrites à la Section 21.1 :

- * utilisation de peintures à haut extrait sec, voir Section 19.4.2.1
- * application du revêtement en rideau (efficacité d'application de près de 100 %), voir Section 19.4.3.1
- * confinement des zones principales d'utilisation des solvants, extraction et traitement thermique des gaz résiduels.

Les fabricants qui ne fonctionnent pas en continu peuvent avoir besoin de traitements des gaz résiduels alternatifs (voir Section 19.4.5).

Les valeurs d'émission de COV associées à ces techniques sont de 1 à 3 g/m² pour les gaz résiduels (2 à 3 % de l'apport en solvants) et de 5 à 10 g/m² pour les émissions diffuses (8 à 15 % de l'apport en solvants), voir Section 19.3.3.1.

Remplacement des matières dangereuses (substitution)

159. La MTD consiste à réduire l'utilisation de matières dangereuses en utilisant une peinture à faible teneur en plomb (voir Section 19.4.2.1).

Émissions dans l'eau

160. Le BREF STM donne des conseils sur les MTD relatives aux procédés de traitement de surface à base d'eau dans ce secteur industriel, sur le traitement des émissions dans l'eau qui en découlent, ainsi que sur les niveaux d'émission qui y sont associés.

22 TECHNIQUES ÉMERGEANTES DE TRAITEMENT DE SURFACE UTILISANT DES SOLVANTS

Une technique émergente est comprise dans ce document comme étant une nouvelle technique qui n'a pas encore été appliquée dans le secteur industriel sur une base commerciale. Cette section présente les techniques qui peuvent voir le jour dans un futur proche et qui peuvent être applicables au secteur du traitement de surface utilisant des solvants.

22.1 Impression/revêtement

22.1.1 Flexographie UV

Description : Il est probable que l'impression flexographique UV se développe dans le futur pour des applications autres que les cartons de boissons.

Avantages pour l'environnement : Réduction de l'utilisation et des émissions de COV.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

22.2 Fabrication de fils de bobinage

22.2.1 Cirage des fils fins

Description : Des techniques sont en train d'être prises en considération pour réduire les émissions de solvants émanant du séchage final de la cire sur les fils fins (0,01 à 0,1 mm).

Avantages pour l'environnement : Réduction de la consommation de COV et des émissions de COV.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004].

22.3 Fabrication des abrasifs

22.3.1 Procédés de séchage et de durcissement à grande vitesse

Description : Pendant plusieurs années, des brevets ont été déposés dans le but de sécher et durcir plus rapidement les matériaux liants. Les nouveaux procédés incluent, par exemple, l'application de rayonnements UV ou de micro-ondes.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Dans les prochaines années, aucun des développements actuels ne changera ni n'influencera les procédés de production dans les installations existantes de production d'abrasifs.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : Aucune donnée fournie.

22.4 Fabrication de rubans adhésifs

Aucune donnée fournie.

22.5 Revêtements de voitures et de fourgons légers

[13, DFIU and IFARE, 2002] [76, TWG, 2004]

22.5.1 Couche transparente améliorée à 1 et à 2 composants diluable à l'eau

Description : De nouveaux produits sous la forme de systèmes de couches transparentes améliorées à 1 et à 2 composants diluables à l'eau, et de systèmes de couches transparentes « à très haut extrait sec » à 2 composants (avec un extrait sec de plus de 90 % (m/m)) sont escomptés dans le futur.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : Aucune donnée fournie.

22.5.2 Développements dans le domaine des revêtements en poudre

Description : L'application à plus grande échelle de revêtements de surface en poudre est escomptée. D'après les déclarations des producteurs de peinture, différents systèmes de revêtement de finition pigmentés à base de poudre sont déjà disponibles ; cependant, ceux-ci ne sont pas encore appliqués en série. D'après l'industrie, cela peut être dû à la difficulté du mélange des couleurs, rendant le recyclage

impossible. Les revêtements en poudre actuels ne satisfont pas les exigences de la plupart des fabricants européens en ce qui concerne la durabilité et la résistance physique et chimique.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Quelques contreparties concernant la santé et la sécurité avec les revêtements en poudre (voir Sections 20.7.3.18 et 20.7.3.19).

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Daimler Chrysler aux États-Unis a prévu d'enduire complètement la Jeep Wrangler avec des revêtements en poudre à partir de 2004. BMW en Allemagne a désormais converti une de ses unités de production au revêtement en poudre. Cependant, la couche de finition blanche ne peut être réalisée de manière satisfaisante, et elle est produite sur la ligne de réparation.

Littérature de référence : [128, TWG, 2005] [162, Eurocar, 2005]

22.5.3 Concept de conversion à bas prix

Il a été fait référence à cette technique dans les documents fournis [13, DFIU and IFARE, 2002]. Selon les experts de l'industrie automobile, elle n'existe pas, tandis que les experts de l'industrie de la fourniture de peinture pensent qu'il s'agit d'un système de couche de fond à base d'eau avec un pré-séchage réduit, voir Section 20.7.2.4.

22.5.4 Augmentation de l'utilisation de matériaux pré-enduits

Description : Un développement supplémentaire peut être l'augmentation de la part de pièces totalement finalisées et prélaquées de sorte que certains procédés de peinture ne soient plus réalisés par les constructeurs automobiles (voir le Chapitre 14).

Avantages pour l'environnement : Les matériaux prélaqués étant enduits avant le formage (façonnage) et l'achèvement des sous-assemblages (les portes par exemple), les techniques d'application et d'extraction permettent d'obtenir des émissions inférieures de COV par m² revêtu par rapport à la peinture post-formage.

Effets croisés : Les émissions de COV (bien que réduites) sont conservées, mais elles sont transférées à la production de matériaux prélaqués.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : Aucune donnée fournie.

22.5.5 Systèmes de peinture polyuréthane (PU)

Description : Les systèmes de peinture basés sur du polyuréthane peuvent déjà être cuits à des températures inférieures à 100 °C. Cela rend possible le laquage de finition des carrosseries métalliques et

des pièces en plastique montées au cours d'un seul procédé de peinture. Une laque de finition « en ligne » permettrait de résoudre le problème d'ajustement des couleurs entre la carrosserie métallique et les pièces en plastique colorées.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : La large gamme de systèmes de peinture à base de polyuréthane est disponible pour toutes les couches de la structure de peinture, de la couche primaire à la couche de finition, ainsi que pour l'absorption acoustique et la protection du soubassement de carrosserie. Les faibles températures de cuisson permettent l'utilisation d'une large gamme de plastiques.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : Aucune donnée fournie.

22.5.6 Réduction du nombre de couches de peinture

Description : Une réduction du nombre de couches de peinture est à prévoir étant donné que les couches primaires et les laques de finition sont réunies en une seule matière appliquée en un unique enduit. Des systèmes sans couche primaire utilisant des couches de fond à base d'eau à 2 composants sont actuellement commercialisés. Les systèmes sans couche primaire réduisent le nombre d'étapes d'application de quatre à trois et le nombre de fours de trois à deux. L'épaisseur de la couche de fond est légèrement augmentée pour couvrir l'électrorevêtement sous-jacent et le protéger de l'impact des rayonnements UV.

Avantages pour l'environnement : Des matières et de l'énergie sont économisées et les émissions provenant du procédé de peinture diminuent.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Les systèmes sans couche primaire peuvent mener à des économies substantielles.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : En utilisation commerciale chez Daimler Chrysler Rastatt, en Allemagne ; SEAT Martorell, en Espagne ; Mini Oxford, au Royaume-Uni ; et VW, au Mexique. D'autres installations ont prévu de mettre en œuvre des transformations.

Littérature de référence : [128, TWG, 2005].

22.6 Revêtement des camions et des véhicules commerciaux

Aucune donnée fournie.

22.7 Revêtement des bus

Aucune donnée fournie.

22.8 Revêtement des trains

Aucune donnée fournie.

22.9 Revêtement des machines agricoles et des engins de chantier

Aucune donnée fournie.

22.10 Revêtement des bateaux et des yachts

22.10.1 Mélange d'air chaud électrostatique

Description : Cette technique peut être utilisée en intérieur et en extérieur. En raison du chauffage de la peinture, la bonne viscosité peut être atteinte et moins de COV sont ainsi émis. Il est à noter que la production peut être plus faible qu'avec des techniques traditionnelles.

Avantages pour l'environnement : Émissions de COV réduites.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Applicable en intérieur, pour les travaux de maintenance et de réparation par exemple, et en extérieur, en association avec des pare-brise en forme de S.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aux Pays-Bas, une expérience pilote est en cours de réalisation pour utiliser des techniques de mélange d'air chaud électrostatique sur des bateaux.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

22.10.2 Remplacement des peintures antisalissures basées sur des biocides (substitution)

22.10.2.1 Peintures avec des biocides naturels

Description : Des biocides naturels sont produits, par exemple, par certaines espèces de coraux comme protection contre la salissure.

Avantages pour l'environnement : Ce système d'antisalissure ne contient pas de métaux lourds ni de biocides.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Ces substances présentent une persistance inférieure due à un meilleur taux de biodégradabilité par rapport aux matières inorganiques comme les composés de cuivre ou le TBT.

Applicabilité : Des peintures contenant des biocides naturels sont en cours de test.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002].

22.10.2.2 Revêtements aux propriétés de surface spéciales pour la réduction de la salissure

Description : Des revêtements présentant une structure de surface spéciale, comme une micro-rugosité, peuvent être utilisés pour la réduction de la salissure.

Avantages pour l'environnement : Ce système antisalissure ne contient pas de métaux lourds ni de biocides.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Un projet pilote de test des peintures antisalissures saines pour l'environnement a été réalisé par une autorité réglementaire environnementale, une ONG écologique et des fabricants de peinture. Pendant l'étude, ce type de revêtement a réalisé les meilleures performances de tous les matériaux sans biocide.

Applicabilité : Applicable à tous les bateaux.

Aspects économiques : Les coûts sont déclarés comparables aux autres peintures antisalissure sans étain et sans cuivre.

Moteurs de la mise en œuvre : DES. Législation et directives relatives à la pollution de l'eau.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002] [69, Watermann, et al., 2003] [128, TWG, 2005]

22.11 Revêtement des avions

Aucune donnée fournie.

22.12 Revêtement d'autres surfaces en métal

Aucune donnée fournie.

22.13 Industries de prélaquage en continu

Aucune donnée fournie.

22.14 Revêtement et impression d'emballages métalliques

22.14.1 Revêtements à faible teneur en solvants (peinture acqueuse)

Description : Le pourcentage de solvant dépend des exigences de performance mécanique et chimique. Aucune donnée plus précise n'a été fournie.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Actuellement, il n'existe aucune laque interne à base d'eau à haute performance qui soit adaptée.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

22.14.2 Procédés de durcissement par rayonnement

Description : Pour une description générale, voir Section 20.8.2. Aucune application commerciale n'est connue pour les applications de prélaquage en continu. Voir aussi la Section 14.4.7.2.

Avantages pour l'environnement : Réduit les émissions de solvant.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Le durcissement par rayonnement peut devenir une technologie importante pour les nouvelles lignes de production, mais il est difficile d'imaginer comment il pourrait remplacer de manière viable les revêtements traditionnels à base de solvants sur des lignes déjà existantes. Dans son état actuel de développement, le durcissement par rayonnement ne peut pas satisfaire les spécifications de la gamme complète des produits de prélaquage en continu. Des essais à petite échelle se poursuivent avec des produits en développement. Des lampes UV ou des unités à FE devront être installées sur les lignes destinées aux revêtements durcis par rayonnement. Ces facteurs signifient qu'une modification des installations de prélaquage en continu pour ce type de revêtements n'est actuellement pas réalisable.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004] [58, ECCA, 2004]

22.15 Revêtement en série de pièces à traiter en plastique

Description : Actuellement, la recherche est en train de développer des poudres à durcissement thermique à faibles températures et des revêtements en poudre à durcissement par UV.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Les résultats anticipés sont prometteurs pour la capacité d'application de tels systèmes en poudre à certaines pièces en plastique. Les systèmes de revêtement à base d'eau « en moule » appliqués pour enduire les volants sont en phase de test.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

22.16 Revêtement des meubles et des matériaux en bois

22.16.1 Revêtements en poudre

Description : Actuellement, les recherches sur l'application des revêtements en poudre à l'industrie du façonnage du bois sont fortement liées au développement de nouvelles générations de produits de revêtement, qui disposent de procédés de fonte et de durcissement plus adaptés. Les systèmes de revêtement en poudre réticulés par rayonnements UV sont encore à un stade précoce de leur développement, mais des poudres durcies par UV sont déjà utilisées pour la production de panneaux MDF ou de panneaux plats en bois. Actuellement, l'application assistée électrostatiquement de revêtements en poudre sur des bois et des matériaux en bois non conducteurs est en cours de développement.

Avantages pour l'environnement : Dans ce contexte, la mise à la masse des charges électriques via des films de laquage humides fraîchement produits a été examinée. Ce principe de peinture a été utilisé pour des faces visibles du mobilier et a produit les résultats suivants :

- * en comparaison avec la procédure à basse pression (HVB), l'atomisation électrostatique à rotation rapide améliore le rendement de l'application d'environ 35 %, et donc, le rendement des matériaux d'environ 30 %
- * cela réduit la production de déchets (peinture) d'environ 80 %.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Pour l'instant, les procédés assistés électrostatiquement peuvent seulement être appliqués dans de rares cas individuels de traitement du bois. Les recherches doivent donc être poursuivies.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [13, DFIU and IFARE, 2002]

22.16.2 Blanchiment par peroxyde ou infrarouge

Description : Une nouvelle méthode de blanchiment a été développée. Elle combine l'application de peroxyde à un rayonnement infrarouge. Aucune donnée plus précise n'a été fournie.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : www.altonic.fi

22.16.2.1 Traitement plasma non thermique

Description : Dans les gaz résiduels, un plasma est créé à basses températures (30 à 120 °C) en faisant passer les gaz résiduels par deux électrodes avec un courant alternatif de 20 à 30 kV. Dans le plasma, les vapeurs de COV réagissent très rapidement avec l'oxygène pour former du CO₂ et de la vapeur d'eau.

Dans un plasma, les molécules du flux de gaz sont en partie sous forme ionisée. En général, cette condition est obtenue à des températures extrêmement élevées, comme celles causées par la foudre. Mais, elle peut aussi être obtenue à des températures ambiantes avec un apport d'énergie suffisant.

Avantages pour l'environnement : Des rendements de 97 à 99,9 % peuvent être atteints sans chauffage des gaz résiduels. L'installation de cette technique est très compacte par rapport à l'oxydation thermique et consomme bien moins d'énergie.

Effets croisés : Une consommation de 0,5 à 3,0 kWh d'énergie électrique par 1 000 m³ de gaz résiduels traités.

Données d'exploitation : Différentes dispositions sont disponibles. Parfois l'espace entre les électrodes est rempli de petites billes de verre pour amplifier le champ électrique.

Applicabilité : Cette technique n'a été appliquée commercialement que depuis quelques années pour réduire les émissions d'odeurs et parfois pour traiter des gaz résiduels contenant des COV. Actuellement, la technique est utilisée en tant que pilote dans un projet de démonstration appliqué au traitement des émissions de COV provenant du séchage du bois. Il était prévu d'appliquer cette technique commercialement pour cette application en 2004.

En théorie, il n'y a pas de restriction d'application en ce qui concerne les concentrations de COV dans les gaz résiduels ; cependant, la technique est actuellement utilisée pour traiter de faibles concentrations. Des flux faibles ou importants peuvent également être traités.

Aspects économiques : Aucune donnée sur les coûts n'est disponible pour l'instant. Cependant, cette technique devrait être plus économique que l'oxydation thermique ou l'adsorption.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [63, Vito, 2003] [76, TWG, 2004]

22.17 Préservation du bois

Aucune donnée fournie.

22.18 Fabrication de miroirs

Aucune donnée fournie.

22.19 Traitement des gaz résiduels

22.19.1 Tubes d'adsorption en carbone chauffés électriquement

Description : Des tubes d'adsorption en carbone peuvent être montés sur des lignes individuelles d'application d'impression/de revêtement et utilisés pour adsorber les COV. Les COV peuvent alors être récupérés en appliquant un courant à travers les tubes en carbone conducteurs d'électricité.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Aucune donnée fournie.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Des essais à petite échelle ont été réalisés avec succès au Royaume-Uni.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

22.20 Traitement des eaux usées

22.20.1 Cabine de pulvérisation à séparation humide – avec des particules de SiO₂

Description : La surpulvérisation dans les cabines de pulvérisation où les surfaces sont pulvérisées avec des matériaux de peinture peut être interceptée en appliquant un rideau d'eau. Le mélange d'eau et de peinture est capté et traité dans un réservoir sous la cabine de pulvérisation. Des particules de SiO₂ sont ajoutées au réservoir d'eau et, alors qu'elles flottent à la surface, elles adsorbent les particules de peinture. Lorsque les particules de SiO₂ sont saturées de peinture, elles sont retirées du réservoir et sont récupérées pour servir de nouvelle peinture.

Avantages pour l'environnement : Les émissions de COV sont réduites et la peinture récupérée ainsi que les particules de SiO₂ peuvent être réutilisées comme nouvelle peinture.

Effets croisés : Génération d'eaux usées qui peuvent souvent être réutilisées.

Données d'exploitation : Le procédé est complètement développé et prêt à être commercialisé ; cependant, il n'est pas encore disponible à grande échelle.

Applicabilité : Les cabines de pulvérisation à séparation humide sont une pratique courante dans la peinture du bois et du mobilier et dans l'industrie automobile. Elles sont applicables aux peintures à base d'eau et de solvants.

La technique n'est actuellement pas appliquée à un niveau commercial.

Aspects économiques : Pas encore connus.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Installations de référence : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [63, Vito, 2003]

23 CONCLUSION

23.1 Historique des travaux

La réunion de lancement du groupe de travail technique (TWG) s'est tenue en mars 2003 et la première version du rapport est parue en mai 2004 pour consultation. La seconde version (avec les propositions de MTD) est parue en octobre 2005 pour consultation. La réunion finale du TWG s'est tenue en juin 2006.

23.2 Sources d'informations et progression des travaux

Dix-huit industries sont présentées dans ce document et environ 150 sources d'informations ont été consultées. Le type, la quantité et la qualité des données variaient en fonction des industries.

La Directive relative aux émissions de solvants (DES) s'applique aussi à toutes les industries de ce secteur. Certains rapports sur les bonnes pratiques et les MTD potentielles ont été préparés par les États membres et les industries concernées pour aider à la mise en œuvre des directives avant le début des travaux du présent document. Ils constituent la base de la première version. Des rapports provenant de deux études au niveau européen préparés pour mettre en œuvre la DES et les Protocoles UNECE de contrôle des COV¹⁰ ont aussi été utilisés. Certains des documents fournis ont considéré l'industrie aux seuils les plus bas de la DES, ce qui a posé quelques problèmes, en particulier pour identifier les descriptions des procédés et les techniques provenant de la présentation des MTD IPPC. Cependant, il convient de noter que le TWG a clarifié ces questions via un échange d'informations et est parvenu à des conclusions basées sur les données des installations excédant les capacités IPPC.

Les guides de bonnes pratiques ou les guides des MTD ont été fournis par les États membres suivants : l'Autriche, la Belgique, la France, l'Allemagne, les Pays-Bas, le Conseil Nordique et l'Espagne. Ils concernaient en majeure partie l'impression et la peinture. Il y a eu peu d'autres données sur les consommations et les émissions provenant des États membres.

Le rôle de l'industrie dans la fourniture de données et la clarification des questions a été d'une importance cruciale. La plupart des industries présentées et leurs fournisseurs ainsi que les consultants participant à l'ESVOCCG¹¹ ont fourni une aide précieuse. Les fournisseurs et les consultants ont une vue d'ensemble importante et ils ont joué un rôle significatif dans la fourniture et la clarification des données sur les techniques, les consommations et les émissions.

Les études sur les MTD, les documents guides, les sondages sur les industries, etc., ont été majoritairement fournis par les industries suivantes : impression, fils de bobinage, rubans adhésifs, automobile, revêtement de bateaux (du Portugal), emballages métalliques, prélaquage en continu et fabrication de miroirs. Certaines industries ont aussi utilisé leurs propres TWG parallèles pour fournir des réponses coordonnées par industrie. Sept associations d'industries, avec l'ESIG, ont fourni des contributions substantielles, et ont estimé leurs coûts à environ 1,36 millions EUR (une moyenne de 191 000 EUR par association). En tout, l'ESVOCCG estime la contribution totale de l'industrie à l'échange d'informations à environ 2,2 millions EUR.

Les commentaires du TWG sur les deux versions ont représenté une source majeure de données : près de 2000 commentaires dans chaque cas. Des informations supplémentaires ont aussi été échangées pour clarifier les techniques individuelles et les commentaires.

Certaines informations proviennent aussi des visites sur site des installations faisant la démonstration de MTD potentielles pour l'impression, l'emballage, la fabrication de fils de bobinage, l'assemblage de véhicules, le revêtement de contenants et la peinture de mobilier en France, aux Pays-Bas et en Allemagne. Des réunions avec l'ESVOCCG et l'ACEA¹² ont aussi contribué à l'échange.

Les documents de synthèse de l'EGTEI sont préparés pour assister la collecte de données nationales sur les émissions du modèle RAINS. Ils contiennent des données sur la rentabilité au niveau européen de

¹⁰ Des documents provenant de DFIU/IFARE (y compris les études ISACOAT) préparés pour l'implémentation de la DES ont été utilisés pour plusieurs chapitres. Les données de l'EGTEI ont été préparées pour aider à la mise en œuvre des Protocoles UNECE visant à réduire les transports transfrontaliers de COV et de NO_x. Suite à cet échange d'informations, certains documents de l'EGTEI ont également été mis à jour en concertation avec les industries concernées.

¹¹ ESVOCCG : le Groupe de Coordination Européen des COV de Solvants coordonne les réponses des industries de solvant aux propositions de directives et de législations européennes adéquates, sous l'égide du CEFIC.

¹² ACEA : Association européenne des constructeurs d'automobiles.

l'application des techniques de réduction clés dans différentes industries, et ces données ont été utilisées pour vérifier les conclusions des MTD, ajouter des informations contextuelles sur les industries et, dans certains cas, pour aider à déterminer les MTD. De même, la participation du CITEPA (les auteurs) au sein du TWG a également permis la vérification et la mise à jour de certains documents de synthèse, pour une meilleure cohérence. L'approche de l'EGTEI est nécessairement limitée en complexité et ne peut pas prendre en considération toutes les techniques possibles pour les MTD. Elle ne prend pas en compte les autres considérations sur les MTD, comme les effets croisés ou les caractéristiques techniques des produits individuels ou des MTD au niveau d'une installation. Les données ne sont donc pas toujours facilement adaptables au format et à la méthodologie des BREF. Cependant, les données sont utiles à un haut niveau et sont entièrement référencées dans ce document.

Pour limiter les répétitions, autant de techniques que possible dont l'utilisation peut être considérée par plus d'une industrie ont été présentées d'une manière générale dans le Chapitre 20. Une section majeure de ce chapitre concerne le traitement des gaz résiduels, et une réunion de sous-groupe a été organisée pour faciliter sa rédaction et l'élaboration des conclusions concernant les MTD. En raison du nombre important de procédés différents et de combinaisons de techniques présentées, chacun avec sa propre variabilité, il a été convenu que les conclusions des MTD devaient se concentrer sur la recherche de plages d'émissions associées à des combinaisons adéquates des meilleures techniques disponibles. Il a également été convenu que ces plages devaient être basées sur des mesures logiques en rapport avec la production pour chaque industrie, par exemple les COV émis en g/m² traités ou par kg de matières sèches en entrée. Ces plages d'émissions sont généralement les mêmes que celles utilisées pour la mise en œuvre de la DES, pour éviter autant que possible les confusions.

Un grand nombre de données concernaient majoritairement les émissions de COV et il y a eu un manque significatif de données sur les autres questions en rapport avec le contrôle intégré de procédé et la réduction des consommations. Comme dans les autres projets BREF, on a constaté un manque de données quantitatives dans plusieurs domaines.

Les données reçues sur l'industrie des bandes magnétiques ont montré qu'il n'y avait que trois installations de ce type dans l'UE et que l'une d'elles représentait 80 % du marché européen. Du fait que cette industrie est en train d'être remplacée par d'autres types d'enregistrements de données, un échange d'informations n'a pas été jugé justifié en termes de ressources. Les informations reçues de l'industrie de fabrication des chaussures a montré qu'aucune installation européenne n'atteignait les seuils de l'IPPC. Concernant les garnitures automobiles, moins de 10 compagnies allemandes représentent la moitié de la production européenne, avec seulement 20 % de la production utilisant des procédés à base de solvants. Une fois de plus, un échange d'informations n'a pas été jugé justifié en termes de ressources. Ces deux procédés devraient être considérés lors de la première révision de ce document.

Aucune donnée n'a été reçue sur la fabrication de bateaux avec des résines en polyester, et on ne sait donc toujours pas vraiment si cette activité fait partie du domaine d'application de ce document.

Il a été rapporté que certaines installations fabriquant des semi-conducteurs et d'autres imprimant des papiers muraux utilisent des solvants pour le dégraissage au-delà des seuils de l'IPPC, mais aucune donnée n'a été reçue.

23.3 Degré de consensus

L'industrie a demandé la clarification des définitions de « solvants organiques » et de « capacité de consommation » dans l'Annexe I (6.7) de la Directive IPPC. En conclusion de l'échange d'informations, il a pu être constaté que l'échange avait traité des informations sur les solvants organiques définis comme COV (tels que définis dans la Directive 1999/13/CE du Conseil sur les émissions de solvants). Il a également pu être constaté que, lors de la détermination des conclusions sur les MTD, l'échange s'était concentré sur les installations dont l'utilisation réelle de solvants excédait les seuils de capacité de consommation établis dans la Directive IPPC (où l'utilisation dans l'activité incluait les solvants récupérés des équipements de réduction des émissions de gaz résiduels). L'interprétation de ces seuils de capacité est traitée dans le contexte des travaux réalisés par la DG Environnement pour développer quelques recommandations sur l'interprétation de certaines dispositions de la Directive.

Un haut degré de consensus a été atteint dans l'ensemble sur les techniques à prendre en considération et sur les conclusions concernant les MTD, avec un seul avis partagé exprimé par l'industrie.

23.4 Lacunes de connaissances et recommandations pour les futures recherches et la collecte d'informations

Les lacunes de connaissances suivantes ont été identifiées suite à l'échange d'informations. Certaines sont décrites dans le texte principal, les autres qui sont en développement sont décrites dans le Chapitre 22, dans la section concernant les techniques émergentes. Elles sont synthétisées ici avec des propositions pour les futurs travaux.

23.4.1 Questions générales

Industries considérées. Comme indiqué ci-dessus, ce document ne présente pas la fabrication de bandes magnétiques, d'étiquettes autocollantes, de garnitures automobiles, de semi-conducteurs, de papiers muraux ni la construction de bateaux avec des résines.

Recommandation : Des données devraient être recueillies sur ces industries afin d'évaluer si elles devraient être incluses ou non à la prochaine mise à jour de ce document.

Documents de synthèse de l'EGTEI. Comme indiqué dans la Section 23.2 ci-dessus, ces documents ont fourni des informations utiles. Cependant, l'approche ne s'adapte souvent pas facilement au format et à la méthodologie des BREF.

Recommandation : Maintenir la liaison avec le CITEPA/EGTEI et envisager l'utilisation des données de l'EGTEI à plus grande échelle, en particulier pour toute mise à jour ou revue du document. S'assurer aussi que le CITEPA et l'EGTEI sont tenus informés des développements des MTD.

Consommation d'énergie. C'est probablement la question la plus importante dans ce secteur après les émissions de COV. Cependant, pour les techniques des procédés, il a été presque impossible (à quelques exceptions près) de déduire des MTD ou des valeurs de consommation en rapport avec la production d'énergie.

Recommandation : Davantage de données sur la consommation d'énergie associée aux techniques sont requises, ainsi que de données associées aux mesures des débits de production. Celles-ci seront plus utiles si elles sont associées aux mêmes mesures de production que celles utilisées pour les émissions de COV.

Énergie utilisée dans les techniques au point de rejet et quantification des effets croisés et des effets économiques de la réduction. Des tentatives ont été effectuées pour quantifier ces questions, mais les données disponibles étaient insuffisantes (voir en particulier l'industrie de l'emballage métallique ci-dessous). Une option consiste à comparer les coûts sociaux marginaux du brûlage de gaz naturel pour réduire les COV, en particulier à de faibles concentrations, mais les coûts disponibles ont été calculés sur des bases différentes et ils sont associés à des incertitudes (en particulier ceux concernant le CO₂).

Recommandation : Des informations supplémentaires sont requises pour aider à déterminer un choix de possibilités d'investissement (coûts-avantages de la réduction comparés à des applications à meilleur rendement et à des techniques à faible teneur en solvants) et pour déterminer lorsqu'il est possible d'arrêter les traitements de gaz résiduels lorsque des substitutions à faible teneur en solvants ont été réalisées (voir le secteur de l'emballage métallique pour plus de détails).

Utilisation de substances moins dangereuses : utilisation de solvants avec un potentiel de formation d'ozone (PFO) plus faible. Aucune étude sur les émissions de solvants ne serait complète sans une étude de la formation d'ozone et des différents potentiels de formation d'ozone des différents solvants. Il est fait référence à la technique dans le BREF ECM, et le TWG STS a échangé des informations importantes et utiles à ce sujet. La conclusion a été que la technique peut actuellement seulement être considérée comme une MTD dans des circonstances limitées pour plusieurs raisons :

- * elle n'est pas nécessaire lorsqu'une réduction des gaz résiduels adéquate existe
- * il existe plusieurs échelles de comparaison (toutes dérivées de modèles complexes). La technique à laquelle il est le plus fait référence en Europe est le PCOP, qui liste environ 130 substances (qui ne sont pas toutes des solvants) et qui est utilisée pour modéliser les exigences réglementaires de l'UE et des États membres plutôt que dans des applications pratiques, par exemple pour informer de l'évolution des procédés
- * ces échelles ne peuvent actuellement pas être utilisées pour démontrer la conformité avec la législation, comme la DES, bien que la substitution sur cette base permettrait d'aider à remplir les objectifs de la DES et de la Directive IPPC
- * les échelles de PFO ne sont pas utilisées lors de la dérivation de formules complexes telles que les peintures et les encres. Les coûts d'application de celles-ci et de la dérivation des nouvelles formules sont importants et l'échelle de temps est longue, donc leur utilisation comme base pour la substitution dans ces

mélanges n'est pas réalisable actuellement. Cela serait davantage réalisable dans le cadre d'autres exercices, en particulier dans le cadre de REACH, où cette question peut être considérée parmi d'autres facteurs et où les coûts de développement peuvent être partagés.

Alors que le contrôle des émissions de COV aidera à contrôler la formation d'ozone, les bénéfices anticipés ne seront pas obtenus si la charge totale de formation d'ozone (masse rejetée x PFO) reste plus élevée que prévu. Par exemple, l'une des options des MTD applicable à grande échelle est l'utilisation de peintures à haut extrait sec. Cependant, lors de la réunion finale du TWG, il a été noté que pour atteindre la dispersion requise des pigments, on utilise des solvants plus puissants. Il peut s'agir de types de solvants ayant un potentiel de formation d'ozone nettement plus élevé et donc, même si les émissions de COV peuvent être réduites significativement, la réduction escomptée de la formation d'ozone peut ne pas être réalisée.

Recommandation : Des recherches et des informations supplémentaires sont donc requises pour :

- * évaluer l'utilisation du PFO dans la réglementation au niveau mondial
- * s'assurer que l'échelle la plus appropriée au PFO et/ou l'échelle la mieux adaptée soient développées en vue d'être utilisées dans les futures initiatives européennes, par exemple pour fournir des données sur la gamme importante de solvants utilisés couramment, et pour faciliter leur développement en tant que technique de contrôle des émissions
- * assister le développement et l'application de cette technique dans les peintures, les encres et les autres traitements de surface contenant des COV, par exemple dans le cadre de REACH
- * évaluer l'impact des peintures et des traitements de surface récemment développés comme substituts pour satisfaire les exigences de la DES et déterminer leur efficacité de réduction des charges d'ozone au niveau européen, des États membres et localement.

NO_x provenant des solvants contenant de l'azote. Ceux-ci sont utilisés dans certains des procédés présentés. On ne sait pas exactement dans quelle mesure leur oxydation est une source majeure de NO_x et si cela est amené à changer dans le futur, car d'autres initiatives sont susceptibles d'entraîner un déclin de l'utilisation d'au moins un solvant contenant de l'azote.

Recommandation : Des informations supplémentaires sont nécessaires sur la quantité de solvants contenant de l'azote utilisée en Europe et sur les prévisions de consommation de ces produits, pour calculer la quantité de NO_x à laquelle contribuent ces solvants dans les charges au niveau européen et localement.

Utilisation de techniques d'application à haut rendement. Bien que celles-ci soient souvent considérées comme des MTD, ou qu'elles soient souvent incluses dans un groupe de techniques à considérer pour atteindre des émissions associées aux MTD, elles sont reconnues comme ayant un effet sur les émissions de COV si celles-ci sont calculées, par exemple, en kg de COV/kg de matières sèches en entrée. Dans ces cas, les COV et les matières sèches utilisées sont réduits, et le rapport kg/kg reste le même. Cela peut empêcher l'application plus rapide de MTD dans certaines industries, et impliquerait une réduction de la consommation de matières premières. Des émissions de COV réduites sont démontrées lorsqu'elles sont calculées par rapport à un paramètre de production en sortie, par exemple g de COV/m².

Recommandation : Des informations supplémentaires sont requises sur l'applicabilité de ces techniques dans certaines industries, ainsi que des recommandations supplémentaires sur la manière de calculer les émissions de COV.

Utilisation de nouvelles techniques de traitement des gaz résiduels. Peu d'informations étaient disponibles sur les techniques plus récentes, non traditionnelles, de traitement des gaz résiduels et qui pourraient réduire l'investissement en capital, la consommation d'énergie et/ou les coûts d'exploitation, telles que l'oxydation UV, le plasma non thermique et les tubes d'adsorption en carbone montés sur des lignes de traitement individuelles (une technique émergente). Ce manque d'informations peut être dû à une faible adhésion des professionnels, elle aussi causée par le manque d'informations sur lesquelles baser les décisions d'investissement. Des informations contradictoires ont également été recueillies sur le traitement biologique, avec à la fois des succès et des échecs rapportés, et des clarifications plus approfondies sont donc nécessaires en ce qui concerne l'applicabilité de cette technique.

Recommandation : Rechercher des informations supplémentaires sur ces techniques et d'autres techniques possibles, sur le rendement économique et les effets croisés, et soutenir la recherche sur le développement de techniques alternatives de traitement des gaz résiduels.

Nouvelles techniques de récupération des matériaux dans les cabines de pulvérisation. La surpulvérisation dans les cabines de peinture est souvent interceptée par des rideaux d'eau. Une technique

émergeant utilise des particules de SiO₂ pour permettre à la peinture d'être récupérée, mais peu d'informations ont été fournies à ce sujet.

Recommandation : Rechercher des informations supplémentaires sur ces techniques et d'autres techniques possibles, sur le rendement économique et les effets croisés, et soutenir la recherche sur le développement de techniques alternatives de récupération des matériaux.

Aérosols secondaires. Ceux-ci ont été identifiés lors de la réunion plénière finale du TWG comme une émission qui n'avait pas été étudiée pendant l'échange d'informations.

Recommandation : Des informations supplémentaires sont requises pour déterminer si et dans quels procédés cela pourrait poser un problème environnemental. Si un problème est identifié, alors des informations sur son ampleur et son contrôle seront requises.

23.4.2 Questions spécifiques des industries

Impression flexographique : Certains cartons de boissons sont imprimés en utilisant des encres flexo à durcissement UV sans solvants. Ils utilisent des encres UV qui pourraient être développées pour d'autres applications.

Recommandation : Chercher à promouvoir une application plus importante des encres UV sans solvants et d'autres traitements de surface.

Impression par héliogravure d'édition : Une quantité considérable d'énergie est utilisée pour la régénération des lits d'adsorption utilisés pour contrôler les émissions de toluène. Pour éliminer la quantité maximale de toluène, il faut augmenter les cycles d'adsorption et donc l'énergie. Le niveau d'émission de toluène auquel la consommation d'énergie commence à augmenter de manière exponentielle n'est pas connu et une série d'essais doit être réalisée.

Recommandation : Une série d'essais est nécessaire pour dériver les données établissant les émissions de toluène en pourcentage de l'entrée totale de toluène avec une consommation d'énergie optimale minimale. Ces essais peuvent être réalisés dans des installations existantes.

Fils de bobinage : Le secteur restant où se produisent encore des émissions significatives de COV est celui de l'application de lubrifiants. L'industrie a fourni des données démontrant qu'il n'était pas viable économiquement ou techniquement d'encoiffer et de traiter l'air requis pour évaporer le solvant du lubrifiant. Les développements des MTD se sont concentrés sur l'utilisation de lubrifiants sans solvants, mais ceux-ci sont limités par (i) la taille du fil, et (ii) le fait que ces lubrifiants ne satisfont pas toutes les spécifications des clients.

Recommandations : Des études sont nécessaires pour mettre au point d'autres lubrifiants sans solvants qui satisferont les exigences nécessaires de performance, et pour aider à améliorer les spécifications de performance des options existantes.

Abrasifs : Des techniques émergentes de séchage et de durcissement plus rapides des matériaux liants ont été identifiées, par exemple en utilisant des rayonnements UV ou des micro-ondes et probablement peu ou pas de solvant.

Recommandation : Des informations supplémentaires sont requises sur ces techniques.

Revêtement des voitures, des fourgons, des camions, des cabines de camions et des bus : Il y avait moins d'informations disponibles concernant les véhicules commerciaux et les bus que pour les voitures. L'énergie a été identifiée comme une question cruciale, mais il y a des difficultés à établir des données comparables, même au sein de la même entreprise.

Les techniques suivantes sont en plein essor et pourraient contribuer aux futures MTD :

- * une couche transparente améliorée à 1 et 2 composants diluable à l'eau
- * des peintures transparentes à très haut extrait sec (jusqu'à 90 % de matières sèches)
- * une augmentation de l'utilisation de matériaux pré-enduits, réduisant ainsi la peinture dans l'installation d'assemblage. Les matériaux prélaqués en continu étant revêtus avant le formage (façonnage) ou l'assemblage, les techniques d'application et d'extraction permettent d'obtenir des émissions inférieures de COV par m² revêtu par rapport à la peinture post-formage
- * le revêtement en poudre est utilisé aux États-Unis et dans une ou deux installations de l'UE. Le procédé n'est pas beaucoup utilisé en Europe, car il ne satisfait pas les spécifications de qualité des fabricants en matière de la durabilité chimique et physique
- * le concept de conversion à bas prix (CCBP). Cette technique a été décrite et des installations de référence ont été identifiées, mais il semble qu'il y ait un doute sur sa définition (à savoir si le nom et la

description sont erronés) et/ou sur son existence. Des systèmes de couche de fond classiques à base d'eau utilisés pour obtenir des niveaux faibles d'émissions nécessitent un important investissement en capital. Le CCBP est censé utiliser des peintures aux caractéristiques similaires, mais qui consomment moins d'énergie et requièrent moins de changement d'équipements et moins d'investissement en capital. Des informations de l'industrie concernée ont été fournies sur des revêtements à base d'eau avec des exigences de pré-séchage réduites et qui sont commercialisés dans au moins deux installations, et cela fait l'objet d'une description

- * des systèmes de peinture en polyuréthane (PU) permettent de peindre ensemble les carrosseries métalliques et les pièces en plastique au cours du même procédé. L'effet de cette technique sur les émissions de COV est peu clair, bien que les températures de four inférieures soient susceptibles de conduire à des économies d'énergie

- * une réduction du nombre de couches de peinture, les couches primaires et de fond étant réunies, par exemple en utilisant des couches de fond à base d'eau à 2 composants, ce qui conduit à une réduction des émissions de COV, des déchets et des eaux usées et à une réduction de la consommation d'énergie.

Recommandation : Des informations supplémentaires sont requises sur le statut de ces techniques, leurs effets croisés, leurs applicabilités et les données économiques. Le revêtement en poudre peut permettre de réaliser des niveaux faibles d'émissions de COV, mais des études supplémentaires sont requises pour améliorer la qualité des finitions afin de satisfaire aux normes des fabricants européens. Des données supplémentaires sont requises sur le concept CCBP, pour clarifier la terminologie, la technique et ses avantages.

Revêtement des trains, des machines agricoles et des engins de chantier, des bateaux et des yachts, et d'autres surfaces en métal ou en plastique : Peu d'informations ont été reçues sur ces sujets, bien que de nombreuses informations supplémentaires aient été fournies après la Version 2 en ce qui concerne la réparation des bateaux. Des conclusions ont été tirées pour les autres surfaces en métal et en plastique sur la base des installations automobiles (OEM) et de l'opinion des experts du TWG.

Recommandation : Des informations supplémentaires sont requises dans ces domaines pour améliorer la qualité des conclusions des MTD. Des données sur la fabrication et le revêtement de nouveaux bateaux et yachts (en particulier en utilisant des résines en polyester) sont nécessaires. L'industrie navale (entre autres) pourrait ne pas comprendre que des peintures à haut extrait sec (avec des émissions de solvants inférieures) puissent être plus coûteuses au kg, mais représenter le même prix au m² traité. Des informations supplémentaires doivent être mises à disposition sur ce sujet.

Emballage métallique : Il y a peu d'informations sur l'application de certaines MTD potentielles (revêtements à base d'eau avec peu de solvant ou sans solvants), leur application dans l'industrie étant entravée. Pour traiter des techniques originales aux concentrations supérieures en solvants, de grands oxydants de gaz résiduels sont installés. Ils traitent d'importants volumes d'air et peuvent représenter 25 % de la capitalisation du site. Les émissions de solvants étant réduites, la concentration de solvant dans le flux d'air chute bien en-dessous du niveau autothermique et un apport de gaz comme combustible est nécessaire. Aucune donnée n'indique quand ces oxydants doivent être arrêtés. Il n'est pas viable économiquement à la fois de convertir l'installation pour des revêtements avec peu ou pas de solvants et d'utiliser du gaz pour assister la combustion des faibles niveaux de solvant résiduel.

Recommandation : Des informations supplémentaires sont requises sur le moment où il faut arrêter les techniques au point de rejet (voir Énergie utilisée dans les techniques au point de rejet ci-dessus).

Prélaquage en continu : Le durcissement par rayonnement est utilisé dans d'autres industries avec des revêtements avec peu ou pas de solvants. Des travaux de développement ont été réalisés pour son application dans le prélaquage en continu.

Recommandation : Des informations supplémentaires sont requises sur le statut et l'applicabilité du procédé de durcissement par rayonnement. Des recherches peuvent être nécessaires pour faciliter son applicabilité dans les installations existantes.

Revêtement des meubles et du bois : Des informations limitées ont été recueillies sur les traitements des gaz résiduels, en particulier sur le potentiel d'utilisation des oxydants thermiques dans les applications à haute teneur en solvants. Les revêtements en poudre (avec durcissement UV) et l'application électrostatique à rotation rapide ont été développés avec un certain succès pour de grands panneaux plats.

Recommandation : Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mettre au point ces techniques et des techniques similaires pour une plus grande gamme de produits en vue de réduire l'utilisation de solvant.

Programme RTD

La CE est en train de lancer et de supporter, via ses programmes RTD, toute une série de projets en rapport avec les techniques propres, les traitements des effluents émergents, les techniques de recyclage

et les stratégies de gestion. Ces projets pourraient potentiellement fournir une contribution utile lors des futures révisions des BREF. Les lecteurs sont donc invités à informer l'EIPPCB de tout résultat de recherche qui serait pertinent pour le domaine d'application du présent document (voir aussi la préface de ce document).

23.5 Révision de ce document

Les données sur les techniques relatives à l'utilisation et aux émissions de COV sont très contemporaines à l'échange d'informations (de 2003 à 2006) et sont peu susceptibles de changer tant qu'une expérience plus approfondie n'aura pas été acquise concernant la confirmation, la réglementation et l'établissement de rapports dans le cadre de la DES et de la Directive IPPC. Ces données supplémentaires pourraient aussi permettre de prendre en considération des industries qui n'ont pas été présentées dans ce document (identifiées dans la Section 23.2). Le manque de données sur d'autres questions (identifiées dans la Section 23.4) doit être pallié, et les études proposées et l'expérience acquise dans l'application de ces directives seront également très utiles. Les techniques de réduction au point de rejet sont en très grande partie matures, et d'autres techniques telles que la substitution se développent graduellement. Des documents nationaux couvrant ces industries montrent peu de besoin de changement, sept ans après l'introduction de la DES. Une révision peut être envisagée vers 2009 pour pallier les manques de données, en particulier pour les industries qui peuvent potentiellement entrer dans le domaine d'application de ce document, bien qu'il soit peu probable qu'une révision complète ait besoin d'être envisagée avant 2012.

Il faudra aussi déterminer comment mettre à jour ce document si de nouvelles informations sont disponibles pour une minorité de techniques et d'industries avant 2012.

GLOSSAIRE

1. Termes généraux, abréviations, acronymes et substances

TERME FRANÇAIS	SIGNIFICATION
Alphanumérique	
2K	À 2 composants, abréviation généralement utilisée pour les peintures
A	
AC (par exemple peinture)	Aucune donnée fournie
acide	Donneur de protons : substance qui libère des ions hydrogène en solution aqueuse
ACV	Analyse du cycle de vie
AELE	Association Européenne de Libre-Échange
aérobie	Processus biologique qui se produit en présence d'oxygène
alcali (base)	Accepteur de protons : substance qui libère des ions hydroxyde en solution aqueuse
anaérobie	Processus biologique qui se produit en absence d'oxygène
ANV	Agents nettoyants végétaux
AOX	Composés organohalogénés adsorbables. Concentration totale en milligrammes par litre, exprimée en tant que chlore, de tous les composés organohalogénés (à l'exception du fluor) présents dans un échantillon d'eau et qui sont capables d'être adsorbés sur du charbon actif
appauvrissement en ozone	Destruction de la couche d'ozone stratosphérique, qui peut être causée par la dégradation photolytique de certains composés contenant du chlore et/ou du brome (par exemple les chlorofluorocarbones), qui décomposent de façon catalytique les molécules d'ozone
B	
biodégradable	Qui peut être désagrégué physiquement et/ou chimiquement par des micro-organismes. Par exemple, de nombreux produits chimiques, les déchets alimentaires, le coton, la laine et le papier sont biodégradables
BIW	<i>Body In White</i> (carrosserie brute). Terme standard de l'industrie manufacturière automobile qui désigne la carrosserie métallique nue du véhicule avant qu'elle ne soit dégraissée, enduite et peinte
BP	Basse pression
bp	Point d'ébullition
BREF	Document de référence sur les MTD
BS	À base de solvants
C	
CAFE	<i>Clean Air For Europe</i> (Air pur pour l'Europe) : programme qui soutient la stratégie thématique de l'UE relative à la pollution de l'air
CAO	Conception assistée par ordinateur
CBN	Nitride de bore cubique
CCBP	Concept de conversion à bas prix
CEI	Commission Électrotechnique Internationale
CEN	Comité Européen de Normalisation
CMR	Cancérogène, mutagène, reprotoxique : s'applique aux substances qui ont tout ou partie de ces propriétés dangereuses
conditions de référence	Celles du texte standard – voir Chapitre 21
confinement, zone confinée	Confinement (secondaire) fait référence à une protection supplémentaire contre les émissions des réservoirs de stockage en sus de la protection inhérente du conteneur du réservoir lui-même. Il y a deux types principaux de confinements secondaires des fuites, à savoir d'une part ceux qui font partie de la construction du réservoir, tels que les réservoirs à double fond (seulement pour les réservoirs aériens), les réservoirs à double peau et à double paroi, et d'autre part les barrières imperméables qui sont placées sur la surface du sol sous les réservoirs [91, EIPPCB, 2005]
Convention OSPAR	Convention de 1992 pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est
correct dès la première fois	Technique de contrôle-qualité de l'encadrement de production pour permettre à la qualité du produit d'être correcte en un nombre minimum

TERME FRANÇAIS	SIGNIFICATION
	d'unités réalisées
COT	Carbone organique total : test pour évaluer la quantité de carbone organique dans un échantillon
COV	Composé organique volatil (voir COVNM)
COVNM	Composé organique volatil non méthanique (voir COV)
CSBR	Copolymère bloc styrène-butadiène-styrène carboxylé
CTP	<i>Computer-to-plate</i> . Exposition directe des plaques
D	
DBO	Demande biochimique (ou biologique) en oxygène : mesure de la teneur en matière organique de l'eau et des déchets. Il s'agit de la quantité d'oxygène dissous requise par les micro-organismes pour décomposer la matière organique. L'unité de mesure est le mg O ₂ /l. En Europe, la DBO est généralement mesurée après 3 jours (DBO ₃), 5 jours (DBO ₅) ou 7 jours (DBO ₇)
DCE	Directive-cadre sur l'eau : Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau
DCO	Demande chimique en oxygène : quantité d'oxygène absorbé chimiquement (par un échantillon). Les conditions d'essai sont très oxydantes en utilisant du bichromate de potassium et oxydent pratiquement tous les composés organiques. L'unité de mesure est le mg O ₂ /l
DES	Directive relative aux émissions de solvants [123, EC, 1999]
dH	Degré de dureté de l'eau
DIN	Norme industrielle allemande
DIP	Dérivé intégral proportionnel
E	
EDTA	Acide éthylène diamine tétraacétique
EE	Emboutissage et étirage de parois : méthode de production de canettes
effets croisés	Calcul des impacts environnementaux liés aux émissions dans l'eau/l'air/le sol, à l'utilisation d'énergie, à la consommation de matières premières, au bruit et à l'extraction d'eau (c'est-à-dire tout ce qui est requis par la Directive IPPC)
effluent	Fluide physique (air ou eau avec leurs impuretés) constituant une émission
EGTEI	Voir Annexe 24.1.1 Page d'accueil du site de l'EGTEI : http://www.citepa.org/forums/egtei/egtei_index.htm
EIPPCB	Bureau européen pour la prévention et la réduction intégrées de la pollution
EM	État membre de l'Union Européenne
émission	Émission directe ou indirecte de substances, vibrations, chaleur ou bruit par des sources individuelles ou diffuses provenant de l'installation, dans l'air, l'eau ou le sol
émission diffuse	Dans ce document, on utilise la définition de la DES [123, EC, 1999] : toute émission, qui n'a pas lieu sous la forme de gaz résiduels, de composés organiques volatils dans l'air, le sol et l'eau ainsi que de solvants contenus dans des produits, sauf indication contraire mentionnée dans la DES). Ce terme couvre aussi les émissions non captées qui sont libérées dans l'environnement extérieur par les fenêtres, les portes, les événements ou des ouvertures similaires (réciproquement, voir également gaz résiduels)
émission spécifique	Émission relative à une base de référence, comme la capacité de production, ou à la production réelle (par exemple la masse par tonne ou par unité produite)
empreinte	Impact environnemental d'une entreprise, déterminé par la quantité de matières premières et de ressources non renouvelables qu'elle consomme pour fabriquer ses produits, et la quantité de déchets et d'émissions qui sont générés durant le processus
empreinte environnementale	Mesure de la charge ou de l'impact qu'un produit, une opération ou une entreprise laisse sur l'environnement. Pour l'IPPC, cela sera : * la consommation d'énergie, de matières premières et d'eau ; * les émissions dans l'air, l'eau, les nappes phréatiques et le sol ; et sous forme de déchets ;

TERME FRANÇAIS	SIGNIFICATION
	* l'endommagement des propriétés des matériaux et la dégradation ou l'interférence avec les usages et les autres utilisations légitimes de l'environnement. L'IPPC prend en compte le bruit et les vibrations, la poussière et l'odeur. Néanmoins, il n'inclut pas des aspects tels que l'analyse du cycle de vie des produits
EOD	Extrémités à ouverture difficile
EOF	Extrémités à ouverture facile
EPDM	Éthylène propylène diène monomère
ESIG	Groupe Européen de l'Industrie des Solvants
ETL	Électrodéposition, par exemple enduit par électrophorèse et immersion cathodique
EUA	Plafond de l'Union Européenne : terme utilisé pour les unités d'échange dans le cadre du programme de commercialisation des certificats d'émissions de carbone de l'UE, en EUR par tonne de CO ₂
EVA	Éthylène-acétate de vinyle
exploitant	Toute personne physique ou morale qui exploite ou détient l'installation ou, si cela est prévu par la législation nationale, toute personne qui s'est vu déléguer à l'égard de ce fonctionnement technique un pouvoir économique déterminant
F	
FB	Fil de bobinage
FE	Facteurs d'émission
FE	Filtre électrostatique
FE	Faisceau d'électrons
FID	<i>Flame Ionization Detector</i> , détecteur à ionisation de flamme
floculation	Traitement des eaux usées impliquant une agitation délicate au cours de laquelle les petites particules en floes se rassemblent pour former des particules plus grandes de façon à ce que leur poids leur permette de se déposer au fond du réservoir de traitement
FOGRA	
G	
gaz résiduels	Dans ce document, on utilise la définition de la DES [123, EC, 1999] : le rejet gazeux final contenant des composés organiques volatils ou d'autres polluants et rejeté dans l'air par une cheminée ou d'autres équipements de réduction
GJ	Gigajoule
GNL	Gaz naturel liquéfié
GPT	Gestion de production totale
GRV	Grand récipient pour vrac
GTE	Groupe de travail environnemental
GTE Intergraf	Groupe de travail environnemental
H	
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HDF	Fibre à haute densité
HF	Haute fréquence
HP	Haute pression
HR	Humidité relative
HVBP	Haut volume, basse pression
I	
IEF	<i>Information Exchange Forum</i> , forum d'échange d'informations (organisme de consultation informel dans le cadre de la Directive IPPC)
immission	Occurrence et niveau d'une substance, d'une odeur ou d'un bruit polluants dans l'environnement
installation	Unité technique fixe dans laquelle interviennent une ou plusieurs des activités énumérées dans l'Annexe I, ainsi que toute autre activité s'y rapportant directement qui est liée techniquement aux activités exercées sur le site et qui est susceptible d'avoir des incidences sur les émissions et la pollution

TERME FRANÇAIS	SIGNIFICATION
installation existante	Installation en service ou, dans le cadre de la législation en vigueur avant la date de mise en application de cette Directive, une installation autorisée ou enregistrée ou ayant fait l'objet de l'avis de l'autorité compétente d'une demande complète d'autorisation, à condition que cette installation soit mise en service au plus tard un an après la date de mise en application de cette Directive
IPA	Alcool isopropylique
IPPC	Prévention et réduction intégrées de la pollution
IR	Infrarouge
J	
K	
K1 K2 K3	Indication de l'inflammabilité utilisée aux Pays-Bas et en Belgique, en fonction du point d'éclair : <ul style="list-style-type: none"> • K1 : < 21 °C • K2 : 21-55 °C • K3 : > 55 °C
L	
LEP	Limite d'exposition professionnelle
LIE	Limite inférieure d'explosivité
LWC	Papier couché léger
M	
MDF	Fibres moyenne densité (panneaux)
MEC	Méthyle éthyle cétone
mesure/technique primaire	Technique qui, d'une certaine façon, change la manière dont le processus de base fonctionne, réduisant ainsi les émissions et consommations brutes (voir technique au point de rejet)
mesure/technique secondaire	Voir technique au point de rejet
MKM	<i>MilieuKostenModel</i> . Modèle de coût environnemental, voir Annexe 24.1.2
MS	Matières sèches (teneur) : masse de matériau restante après séchage par les méthodes d'essai standard
MTD	Meilleures techniques disponibles
N	
n/a	Non applicable OU non disponible (selon le contexte)
n/d	Pas d'information
NC	Nitrocellulose
NF	Nanofiltration
NMP	N-méthyl-pyrrolidone
NQE	Norme de qualité environnementale
NR	Caoutchouc naturel
O	
oblongue	Concerne la fabrication de canettes : fait référence à la forme de la ligne générale d'un conteneur, où les extrémités hautes et basses sont rectangulaires avec des coins arrondis
OEM	Équipementier
OMI	Organisation Maritime Internationale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONU	Organisation des Nations Unies
otr, OTR	Oxydation thermique régénérative
P	
PA	Polyamide
PARCOM	Commission de Paris de 1974 sur les sources de pollution marine d'origine tellurique. Désormais remplacée par la convention OSPAR
PBT	Substances persistantes, bioaccumulables et toxiques
PCOP	Potentiel de création d'ozone photochimique
PCP	Pentachlorophénol
PDO	Potentiel de destruction de l'ozone : indice relatif indiquant dans quelle mesure un composé peut provoquer un appauvrissement de la couche d'ozone

TERME FRANÇAIS	SIGNIFICATION
PE	Polyéthylène (polythène)
PET	Polyéthylène téréphtalate
PFO	Potentiel de formation d'ozone
PI	<i>Process-integrated</i> , intégré au procédé
PIB	Produit intérieur brut
PIOSV	Production intégrée d'ozone sous le vent : mesure de la réactivité d'un solvant en créant de l'ozone troposphérique
PIR	Proche infrarouge
PME	Petites et moyennes entreprises
PM _{2.5}	Particule ayant un diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5 micromètres nominaux
polluant	Substance individuelle ou groupe de substances pouvant endommager ou affecter l'environnement
POP	Polluants organiques persistants
PP	Polypropylène
ppb	Parties par milliard
ppm	Parties par million (en poids)
pré-produit	Pièce qui n'est pas le produit fini, mais qui est traitée et enduite séparément. Dans ce document, par exemple, des tôles planes peuvent être enduites et/ou imprimées avant d'être façonnées et d'y ajouter des pièces d'extrémité pour former un contenant
PS	Polystyrène
PTFE	Polytétrafluoroéthylène
PU	Polyuréthane
PV	Pression de vapeur
PVA (ou PVAC)	Polyacétate de vinyle
PVB	Polybutyral de vinyle
PVC	Polychlorure de vinyle
PVdF (ou PVF ₂)	Polydifluorure de vinylidène
PVF	Polyfluorure de vinyle
Q	
R	
RAINS	Modèle d'information et de simulation de la pollution atmosphérique régionale pour l'Europe. Voir l'Annexe 24.1.1. Lorsqu'il est fait référence à RAINS dans ce document, c'est à la version RAINS CP_CLE_Aug04(Nov04). Pour une étude des données utilisées dans le modèle RAINS-COV : http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tap/RainsWeb/
REACH	Le nouveau cadre réglementaire proposé par la CE pour l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des produits chimiques. Voir : http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_intro.htm
ROI	Retour sur investissement
RRV	Ratio de Risque Vapeur
RSC	Réduction sélective catalytique
RSNC	Réduction sélective non catalytique
S	
SBR	Copolymère styrène-butadiène
SBS	Styrène-butadiène-styrène (copolymère bloc)
SC	Sans chlore
SDT	Solides dissous totaux
SIS	Styrène-isoprène-styrène (copolymère bloc)
SME	Système de management environnemental
SMEA	Système de management environnemental et d'audit
SOMO 35	Terme statistique : somme des moyennes supérieures à 35
SPEE	Solvants à point d'ébullition élevé
STEP	Station d'épuration des eaux usées
surveillance	Processus servant à évaluer ou à déterminer la valeur réelle et les variations d'une émission ou d'un autre paramètre, en se basant sur des procédures systématiques, périodiques ou ponctuelles de surveillance, d'inspection, d'échantillonnage et de mesure, ou sur d'autres méthodes d'évaluation

TERME FRANÇAIS	SIGNIFICATION
	permettant de fournir des informations sur les quantités émises et/ou les tendances des polluants émis
T	
TB	Tonne brute
TBT	Tributylétain
TE	Taux d'évaporation
technique au point de rejet	Technique qui réduit les émissions et consommations finales par l'ajout de certains processus, mais qui ne modifie pas le fonctionnement fondamental du processus de base. Synonymes : « technique secondaire », « réduction technique ». Antonymes : « technique intégrée au procédé », « technique primaire » (une technique qui, d'une certaine façon, change la manière dont le processus de base fonctionne, réduisant ainsi les émissions et consommations brutes)
teinte en aplat	Zone imprimée contenant des points de trame de la même taille, contrairement à une demi-teinte ou à un dégradé. Les teintes en aplat sont généralement simplement appelées « aplats »
TGIC	Isocyanurate de triglycidyle : substance mutagène utilisée dans les revêtements en poudre
TGR	Traitement des gaz résiduels
TJB	Tonnage de jauge brute
TPB	Triphénylborane
TPN	Température et pression normales
TWG	<i>Technical Working Group</i> , Groupe de travail technique
U	
UE	Union Européenne
UF	Ultrafiltration
UF	Urée-formol
UP	Polyester insaturé
UV	Ultraviolet
V	
VLE	Valeurs limites d'émission : masse, exprimée selon certains paramètres spécifiques, concentration et/ou niveau d'une émission, qui ne doit pas être dépassée durant une ou plusieurs périodes
VLS	Valeurs limites seuil : recommandations (non normalisées) élaborées par l'ACGIH (Conférence américaine des hygiénistes industriels gouvernementaux) pour assister les hygiénistes dans la prise de décision concernant les niveaux de sécurité d'exposition aux différents dangers sur le lieu de travail. La VLS® reflète le niveau d'exposition auquel un ouvrier classique peut se trouver exposé sans risque déraisonnable de maladie ou de blessure. Les VLS® ne constituent pas des estimations quantitatives du risque à différents niveaux d'exposition par différentes voies d'exposition
W	
white spirit	N° CAS : 8052-41-3. Aussi connu sous les noms d'essence minérale, solvant naphta, fractions de distillat de pétrole, solvant Stoddard, distillats de pétrole. Utilisé comme diluant de peinture, dégraissant et agent de nettoyage. C'est un mélange d'hydrocarbures C7-C12 aliphatiques et alicycliques saturés avec une teneur de 15 à 20 % (en poids) d'hydrocarbures C7-C12 aromatiques et un intervalle de distillation de 130 à 230 °C. Les hydrocarbures C9-C11 (aliphatiques, alicycliques et aromatiques) sont les plus abondants et représentent plus de 80 % (en poids) du total. Point d'éclair (fp) et point d'ébullition (initial, bp) selon le grade : * Seuil d'inflammabilité faible : fp 21 - 30 °C, bp 130 - 144 °C * Seuil d'inflammabilité normal : fp 31 - 54 °C, bp 145 - 174 °C * Seuil d'inflammabilité élevé : fp => 55 °C, bp 175 - 200 °C [188, OMS IPCS, 1996]
WWF	<i>World Wildlife Fund</i> , Fonds mondial pour la nature
X	
Y	
Z	

2. Unités, mesures et symboles courants

TERME	SIGNIFICATION
atm	atmosphère normale (1 atm = 101325 N/m ²)
bar	bar (1,013 bar = 1 atm)
milliard	mille millions (10 ⁹)
°C	degrés Celsius
cm	centimètre
j	jour
g	grammes
GJ	gigajoule
h	heure
J	Joule
K	Kelvin (0 °C = 273,15 K)
kcal	kilocalorie (1 kcal = 4,19 kJ)
kg	kilogramme (1 kg = 1 000 g)
kJ	kilojoule (1 kJ = 0,24 kcal)
kPa	kilopascal
kt	kilotonne
kWh	kilowatt heure (1 kWh = 3600 kJ = 3,6 MJ)
l	litre
m	mètre
m ²	mètre carré
m ³	mètre cube
mg	milligramme (1 mg = 10 ⁻³ gramme)
MJ	mégajoule (1 MJ = 1 000 kJ = 10 ⁶ joules)
mm	millimètre (1 mm = 10 ⁻³ m)
m/min	mètre par minute
Mt	mégatonne (1 Mt = 10 ⁶ tonnes)
Mt/an	mégatonnes par an
mV	millivolts
MW _e	mégawatts électriques (énergie)
MW _{th}	mégawatts thermiques (énergie)
ng	nanogramme (1 ng = 10 ⁻⁹ gramme)
Nm ³	mètre cube normal (101,325 kPa, 273 K)
Pa	pascal
ppb	parties par milliard
ppm	parties par million (en poids)
ppmv	parties par million (en volume)
s	seconde
t	tonne métrique (1 000 kg ou 10 ⁶ grammes)
t/j	tonnes par jour
trillion	million de millions (10 ¹²)
t/an	tonnes par an
V	volt
v/v	volume/volume, généralement exprimé sous forme de pourcentage et est identique à vol-%
vol-%	pourcentage par volume (aussi % v/v)
W	Watt (1 W = 1 J/s)
m/m	masse/masse, généralement exprimé sous forme de pourcentage et est identique à % (m/m)
% (m/m)	pourcentage en masse (aussi % m/m)
an	année
μ	
μm	micromètre (1 μm = 10 ⁻⁶ m)
μS	micro Siemens

3. Liste des éléments chimiques

NOM	SYMBOLE	NOM	SYMBOLE
actinium	Ac	mercure	Hg
aluminium	Al	molybdène	Mo
américium	Am	néodyme	Nd
antimoine	Sb	néon	Ne
argon	Ar	neptunium	Np
arsenic	As	nickel	Ni
astate	At	niobium	Nb
baryum	Ba	azote	N
berkélium	Bk	nobélium	No
béryllium	Be	osmium	Os
bismuth	Bi	oxygène	O
bore	B	palladium	Pd
brome	Br	phosphore	P
cadmium	Cd	platine	Pt
calcium	Ca	plutonium	Pu
californium	Cf	polonium	Po
carbone	C	potassium	K
cérium	Ce	praséodyme	Pr
césium	Cs	prométhium	Pm
chlore	Cl	protactinium	Pa
chrome	Cr	radium	Ra
cobalt	Co	radon	Rn
cuivre	Cu	rhénium	Re
curium	Cm	rhodium	Rh
dysprosium	Dy	rubidium	Rb
einsteinium	Es	ruthénium	Ru
erbium	Er	rutherfordium	Rf
europium	Eu	samarium	Sm
fermium	Fm	scandium	Sc
fluor	F	sélénium	Se
francium	Fr	silicium	Si
gadolinium	Gd	argent	Ag
gallium	Ga	sodium	Na
germanium	Ge	strontium	Sr
or	Au	soufre	S
hafnium	Hf	tantale	Ta
hélium	He	technétium	Tc
holmium	Ho	tellure	Te
hydrogène	H	terbium	Tb
indium	In	thallium	Tl
iode	I	thorium	Th
iridium	Ir	thulium	Tm
fer	Fe	étain	Sn
krypton	Kr	titane	Ti
lanthane	La	tungstène	W
lawrencium	Lr	uranium	U
plomb	Pb	vanadium	V
lithium	Li	xénon	Xe
lutétium	Lu	ytterbium	Yb
magnésium	Mg	yttrium	Y
manganèse	Mn	zinc	Zn
mendélévium	Md	zirconium	Zr

4. Préfixes des unités du SI

Symbole	Préfixe	Terme	Nombre
Y	yotta	10^{24}	1 000 000 000 000 000 000 000 000
Z	zéta	10^{21}	1 000 000 000 000 000 000 000
E	exa	10^{18}	1 000 000 000 000 000 000
P	péta	10^{15}	1 000 000 000 000 000
T	téra	10^{12}	1 000 000 000 000
G	giga	10^9	1 000 000 000
M	méga	10^6	1 000 000
k	kilo	10^3	1 000
h	hecto	10^2	100
da	déca	10^1	10
-----	-----	1 unité	1
d	déci	10^{-1}	0,1
c	centi	10^{-2}	0,01
m	milli	10^{-3}	0,001
μ	micro	10^{-6}	0,000 001
n	nano	10^{-9}	0,000 000 001
p	pico	10^{-12}	0,000 000 000 001
f	femto	10^{-15}	0,000 000 000 000 001
a	atto	10^{-18}	0,000 000 000 000 000 001
z	zepto	10^{-21}	0,000 000 000 000 000 000 001
y	yocto	10^{-24}	0,000 000 000 000 000 000 000 001

24 ANNEXES

24.1 Modèles d'estimation de la rentabilité

24.1.1 Modèle et documents de synthèse de l'EGTEI

Description : L'EGTEI vise à évaluer les coûts des techniques de réduction d'émissions et à fournir des données d'entrée pour déterminer les coûts totaux pour un secteur ou une activité donnés, selon les différents scénarios de réduction des émissions basés sur les taux de pénétration dépendant de la technologie. L'approche EGTEI consiste à :

- * améliorer la représentation des coûts de la technologie de contrôle de la pollution pour un secteur donné
- * réduire les incertitudes en travaillant avec les parties prenantes pertinentes de l'industrie
- * vérifier la traçabilité des données utilisées
- * assurer la compatibilité avec le modèle d'information et de simulation de la pollution atmosphérique régionale pour l'Europe (RAINS), et faciliter la compréhension des données agrégées utilisées dans le RAINS.

Dans l'EGTEI, une base de données des coûts de réduction des émissions a été réalisée. Dans cette base de données, une série de documents de contexte a été développée pour environ 50 secteurs d'activités et ont été entrés et condensés dans un outil informatique nommé ECODAT. Chaque secteur est représenté par une ou plusieurs installations de référence (selon la taille d'exploitation), caractérisées par une série de paramètres différents : la capacité, les heures d'exploitation annuelles, le procédé de production, la technologie de combustion utilisée, la consommation de combustible, les données de production, les débits des émissions, la durée de vie de l'installation, etc. ECODAT a été conçu pour collecter les données spécifiques des pays.

L'EGTEI fournit des coûts d'exploitation par défaut calculés sur la base des paramètres européens moyens, mais cela donne aux experts nationaux la possibilité d'introduire des coûts spécifiques pour un pays donné. Pour assurer la transparence, la méthode utilisée pour évaluer les coûts et les différents paramètres peut être trouvée dans les documents de contexte.

La représentation du secteur et la définition des coûts ont été développées en étroite collaboration avec des experts industriels et nationaux. Afin de faciliter le travail des experts nationaux, il a été nécessaire de trouver un équilibre entre les descriptions les plus précises d'un secteur donné et le besoin de réduire au maximum les données statistiques à collecter pour l'évaluation des coûts.

Avantages pour l'environnement : Les documents de données de l'EGTEI servent principalement à aider les experts nationaux à collecter des données sur les émissions de COV pour le RAINS. Cependant, les documents de synthèses contiennent des informations utiles pour aider à déterminer les MTD (voir Applicabilité ci-dessous).

Effets croisés : Aucun.

Données d'exploitation : Voir les documents individuels de données pour les données d'exploitation sur chaque type d'industrie.

Applicabilité : L'EGTEI fournit aussi des documents de synthèse. Ceux-ci fournissent une synthèse de l'industrie considérée, les installations de référence considérées, les principales mesures de réduction primaires (dans le procédé) et secondaires (au point de rejet) réalisables pour chaque niveau de l'installation de référence et les valeurs d'émission de production par défaut, les rendements de la réduction, les coûts d'investissement, avec des coûts d'exploitation fixes et variables pour chaque combinaison d'options. Ceux-ci sont synthétisés au niveau Européen et peuvent être considérés lors de l'évaluation des MTD dans l'industrie.

Il existe des documents de synthèse pour toutes les activités couvertes par la DES, et donc le présent document (voir Tableau 24.1). Les ressources du projet ont nécessairement limité le nombre et la complexité des techniques considérées, mais les principales options ont été identifiées. Les documents couvrent seulement la rentabilité des mesures pour contrôler les émissions de COVNM.

Les documents de synthèse ne prennent pas en compte les considérations concernant les MTD comme les effets croisés, ni les caractéristiques techniques ou autres caractéristiques des installations individuelles, comme les types de produits et leurs limitations techniques.

Aspects économiques : Voir les documents de synthèse individuels.

Moteurs de la mise en œuvre : Fournir des données au modèle RAINS.

Exemple d'installations : Voir les documents de synthèse.

Littérature de référence : Page d'accueil de l'EGTEI :

http://www.citepa.org/forums/egtei/egtei_index.htm [132, EGTEI, 2005]

Chapitre du BREF STS	Utilisation de peinture pour le revêtement des véhicules	URL des documents de synthèse de l'EGTEI correspondants	Code de l'activité de l'Annexe II de la DES
2	Industrie de l'impression		
	Impression offset sur rotative à sécheur thermique	http://www.citepa.org/forums/egtei/34-Synopsis-sheet-heatset-offset-30-09-05.pdf	1
	Héliogravure d'édition	http://www.citepa.org/forums/egtei/35-Synopsis-sheet-publication-gravure-30-09-05.pdf	2
	Flexographie et héliogravure d'emballage	http://www.citepa.org/forums/egtei/36-Synopsis-sheet-packaging-gravure-30-09-05.pdf	3
3	Fils de bobinage	http://www.citepa.org/forums/egtei/23-Synopsis-sheet-winding-wire-29-09-05.pdf	9
4	Fabrication des abrasifs	Voir : Les autres industries de revêtement :	8
5	Fabrication des rubans adhésifs (EGTEI : Applications d'adhésifs dans l'industrie)	http://www.citepa.org/forums/egtei/38-Synopsis-sheet-adhesives-30-09-05.pdf	16
6	Revêtement des voitures	http://www.citepa.org/forums/egtei/15-Synopsis-sheet-car-coating-29-09-05.pdf	Annexe II.A.I I
7	Revêtement des camions et des fourgons	http://www.citepa.org/forums/egtei/20-Synopsis-sheet-truck-coating-29-09-05.pdf	Annexe II.A.I I
7	Revêtement des cabines de camions	http://www.citepa.org/forums/egtei/21-Synopsis-sheet-truck-cabin-coating-29-09-05.pdf	Annexe II.A.I I
8	Revêtement des bus	http://www.citepa.org/forums/egtei/22-Synopsis-sheet-bus-coating-29-09-05.pdf	Annexe II.A.I I
9	Revêtement des trains	Voir : Autres industries de revêtement	8
10	Revêtement des MAEC (machines agricoles et engins de chantier et similaires)	Voir : Autres industries de revêtement	8
11	Revêtement des bateaux et des yachts	Voir : Autres industries de revêtement	8
12	Revêtement des avions	Voir : Autres industries de revêtement	8
13	Revêtement d'autres surfaces en métal	Voir : Autres industries de revêtement	8
14	Prélaquage en continu	http://www.citepa.org/forums/egtei/18-Synopsis-sheet-coil-coating-30-09-05.pdf	7
15	Revêtement et impression d'emballages métalliques	Cette industrie n'est pas couverte par un document de synthèse spécifique de l'EGTEI. Elle est en partie (par exemple l'emballage métallique rigide) traitée dans le document de synthèse « Autres industries de revêtement ». Les autres	3 et 8 (en partie)

		parties de l'industrie sont apparentées à l'emballage souple	
16	Revêtement d'autres surfaces plastiques	Voir : Autres industries de revêtement	8
17	Revêtement des surfaces en bois	http://www.citepa.org/forums/egtei/19-Synopsis-sheet-wood-coating-30-09-05.pdf	10
18	Préservation du bois	http://www.citepa.org/forums/egtei/40-Synopsis-sheet-preservation-sheet-30-09-05.pdf	12
19	Miroirs	Voir : Autres industries de revêtement	8
Généralités 4 9 10 11 12 13 15 16 19	Autres industries de revêtement : Abrasifs Trains MAEC (machines agricoles et engins de chantier et similaires) Bateaux et yachts Avions Autres surfaces en métal Emballage métallique (en partie) Autres surfaces en plastique Miroirs	http://www.citepa.org/forums/egtei/24-26-Synopsis-sheet-general %20industrial-paint-30-09-05.pdf	8
20.9	Techniques de nettoyage (pour le nettoyage de surface des produits)	http://www.citepa.org/forums/egtei/27-Synopsis-sheet-surface %20 cleaning-30-09-05.pdf	4 & 5

Tableau 24.1 : Liste des documents de synthèse de l'EGTEI pertinents pour ce document

24.1.2 Modèle d'évaluation des coûts environnementaux régionaux (MKM, MilieuKostenModel)

Description : Dans les Flandres, en Belgique, un modèle d'évaluation des coûts environnementaux (MilieuKostenModel ou MKM) a été développé en parallèle du travail de l'EGTEI. Avec cet outil, il est possible d'obtenir une vue d'ensemble des mesures potentielles de réduction, leurs coûts et leurs potentiels de réduction des émissions, et de trouver des solutions rentables ou moins coûteuses.

Les interactions et les substitutions des situations complexes sont prises en compte dans le MKM au moyen de la programmation en nombres entiers partiels. Le modèle peut être utilisé pour optimiser (par exemple la solution la moins coûteuse pour réduire les émissions, ou la courbe de coût marginal pour un polluant particulier) et pour simuler (par exemple l'impact d'objectifs environnementaux plus astreignants sur la solution la moins coûteuse, ou déterminer l'impact de la réduction des activités polluantes) pour un ou plusieurs polluants en même temps.

Un rapport documentaire décrit les définitions utilisées comme les coûts environnementaux et la rentabilité, ainsi que la méthodologie utilisée pour analyser la rentabilité des mesures de réduction.

Le MKM a été conçu pour déterminer les coûts de la politique environnementale et pour contribuer à son amélioration en indiquant la manière d'atteindre des cibles environnementales de manière rentable. L'objectif était de :

- * développer une base de données cohérente des mesures environnementales, de leur potentiel de réduction et de leurs coûts
- * développer un outil pour allouer les efforts de réduction d'émissions entre différents groupes cibles de manière rentable
- * développer un outil pour prendre en compte les multiples effets polluants
- * développer un outil pour analyser la rentabilité des instruments politiques
- * développer un instrument qui puisse être lié à d'autres modèles comme les modèles écologiques, économiques (par exemple RAINS).

Selon les données disponibles, les sources d'émissions sont identifiées à un niveau agrégé (par exemple à un niveau sectoriel ou industriel) ou au niveau d'une source individuelle (par exemple d'une société individuelle). Le format de la base de données permet de décrire les sources d'émissions comme des

installations individuelles ou des installations appelées « installations de référence ». Une « installation de référence » est une catégorie représentative d'installations pour lesquelles les mêmes mesures de réduction des émissions sont disponibles et pour lesquelles une mesure particulière de réduction présente des résultats de réduction et de coûts similaires. Pour chaque polluant, les émissions sont liées à une activité qui est la source de la pollution, par exemple la quantité de solvant consommée. Par conséquent, le MKM peut être utilisé pour prédire les émissions sur la base de l'évolution des activités ou des facteurs d'émissions. De plus, il est aussi possible de comparer les données avec celles provenant d'autres modèles, comme celles du RAINS, et de lier le MKM avec, par exemple, les tables d'entrées-sorties ou les modèles généraux d'équilibre.

En plus des données sur les émissions, la consommation d'énergie, les heures d'exploitation, la capacité, etc. peuvent être entrées dans la base de données pour chaque installation (de référence).

Pour chaque mesure de réduction, les informations suivantes peuvent être entrées dans la base de données : les coûts d'investissement, les coûts d'exploitation, la durée de vie, la capacité, le rendement de réduction.

Avantages pour l'environnement : Aucune donnée fournie.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : Aucune donnée fournie.

Applicabilité : Le développement du modèle s'est concentré sur un critère : la rentabilité. Cependant, d'autres critères peuvent jouer un rôle significatif dans la détermination de la politique environnementale, par exemple le rendement et la faisabilité environnementale. Il est important de mentionner que le modèle d'évaluation des coûts environnementaux (MKM) n'est pas un outil destiné à réaliser une analyse d'investissement pour une société spécifique. Le modèle est un outil permettant d'assister le gouvernement flamand à estimer les coûts de la politique environnementale pour différents groupes cibles. Ces informations peuvent être utilisées, par exemple, pour allouer des efforts de réduction des émissions entre différents groupes cibles.

Les mesures présentées dans ce document qui ont été analysées avec ce modèle sont, par exemple pour le secteur du revêtement :

- * les techniques de peinture, c'est-à-dire les techniques traditionnelles (voir Section 20.7.2.1), à haut extrait sec (voir Section 20.7.2.2), à base d'eau (voir Section 20.7.2.3), à revêtement en poudre (voir Section 20.7.2.5) et à durcissement UV (voir Section 20.7.2.4)
- * les techniques de traitement des gaz résiduels, c'est-à-dire l'adsorption sur charbon actif (voir Section 20.11.6), l'oxydation thermique (voir Section 20.11.4.2) et le traitement biologique (biofiltres) (voir Section 20.12.5).

Des mesures supplémentaires sont décrites dans ce document pour réduire les émissions de COV, mais toutes ne peuvent pas être analysées avec ce modèle.

Les industries suivantes peuvent être consultées dans la base de données du MKM : le revêtement, l'impression, le dégraissage, les adhésifs et l'automobile. Un exemple de résultats de l'outil est présenté dans les Tableaux 24.2 et 24.3 pour les secteurs du revêtement.

*Note : Ces données proviennent du MKM et les notes de bas de pages devraient être consultées.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Exemple d'installations : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence :

La page web du MKM : <http://www.emis.vito.be/index.cfm?PageID=371&T=0&S=0>

Le rapport documentaire : (Meynaerts E., Ochelen S., Vercaemst P., Milieukostenmodel voor Vlaanderen – Achtergronddocument, 2003).

[95, Vito, 2005] [128, TWG, 2005]

Technique	Coût d'exploitation de la peinture en EUR par kg	Coût d'exploitation de l'énergie en EUR par heure	Résidus en EUR/kg	Teneur en COV de la peinture (présumée être en % (m/m))	
Traditionnelle	3,11	6,7	0,3		
À haut extrait sec	3,5	6,4	0,3	< 30 %	
À base d'eau	8,43	7,21	0,2	7,50 %	
Revêtement en poudre	15,30***	2,9	0	0 %	
Peinture UV	3,78***	3,76	0	3,50 %	
	Coût de l'investissement en milliers d'EUR par 1 000 m ³ /h	Charbon actif en EUR par kg	Coût d'exploitation	Réduction de COV (%)	Concentration des émissions de COV
Charbon actif*	5 – 10	1,2	0,5 à 2,30 EUR par m ³ /h avec une concentration initiale de COV de 1 à 10 g/m ³	85 %	5 à 100 mg de COT/m ³
Oxydation thermique*	5 - 40		0,45 à 4,50 EUR par 1 000 m ³ /h (énergie supplémentaire)	95 – 99 %	< 20 à 50 mg de COT/m ³
<p>* Option de réduction lorsque les émissions de COV sont entre 8 et 20 tonnes par an, 85 % de réduction.</p> <p>** Option de réduction lorsque les émissions de COV sont supérieures à 20 tonnes par an, 95 % de réduction.</p> <p>*** Les Sections 20.7.2.5 et 20.7.2.6 fournissent des coûts de 30,01 - 5,38 EUR/kg pour à la fois les peintures séchées par rayonnement et à revêtement en poudre.</p>					

Tableau 24.2 : Coûts moyens et potentiel de réduction des COV pour toutes les mesures analysées par le modèle

[95, Vito, 2005]

Industrie		Nombre d'employés	Mesures possibles dans le procédé ¹			Mesures possibles au point de rejet	
	Surfaces métalliques	1 – 19	60 % d'extrait sec	40 % à base d'eau	50 % de poudre		
		20 – 199	80 % d'extrait sec	40 % à base d'eau	50 % de poudre		
			100 % d'extrait sec		60 % de poudre		Incinérateur
							Incinérateur *
		200 - 499	80 % d'extrait sec		50 % de poudre		
						Charbon actif*	Incinérateur
		500 – 999	80 % d'extrait sec		50 % de poudre	Charbon actif*	
			80 % d'extrait sec				Incinérateur
		1 000 – 1 000+	80 % d'extrait sec				
			100 % d'extrait sec	À base d'eau			
	Emballages métalliques - barils	20 – 99					Incinérateur *
		100 – 199					Incinérateur *
		500 - 999	Optimiser les agents de nettoyage				
	Meubles	10 - 499			80 % de poudre (pour ceux qui utilisent encore des revêtements humides)		
		5-199		60 % à base d'eau	40 % de poudre	Charbon actif*	
	Bateaux	10 – 499	60 % d'extrait sec				
	Trains	10 - 1 000+	70 % d'extrait sec		30 % de poudre	Charbon actif*	Incinérateur *
	Autres	1 – 49	60 % d'extrait sec		30 % de poudre		
		50 - 99		30 % à base d'eau	30 % de poudre		
		100 – 199	60 % d'extrait sec		30 % de poudre		
		200 – 499	Aucune mesure supplémentaire				
		500 - 999				Charbon actif	
BOIS	Meubles	1 - 9	30 % d'extrait sec	30 % à base d'eau			
		10 – 19	30 % d'extrait sec	30 % à base d'eau			
		20 – 49	30 % d'extrait sec	30 % à base d'eau	Peinture UV	Charbon actif*	Biofiltre*

				À base d'eau	Peinture UV		
		50 - 99	30 % d'extrait sec	30 % à base d'eau	10 % UV	Charbon actif*	Biofiltre*
		100 – 199	30 % d'extrait sec	30 % à base d'eau	10 % UV		
		200 – 499	30 % d'extrait sec	30 % à base d'eau	10 % UV	Charbon actif*	Incinérateur *
	Ébénisterie	1 – 499	30 % d'extrait sec	40 % à base d'eau	10 % UV		Incinérateur *
	Autres	5 – 199	30 % d'extrait sec	40 % à base d'eau	10 % UV		
PLASTIQUES	Plastique	1 – 4	50 % d'extrait sec	<i>30 % à base d'eau</i>			Incinérateur *
		5 – 9	50 % d'extrait sec				Incinérateur *
		10 – 19	50 % d'extrait sec				Incinérateur *
		50 – 99	50 % d'extrait sec	<i>40 % à base d'eau</i>			
		100 – 199		<i>50 % à base d'eau</i>			
		200 – 499	50 % d'extrait sec	<i>40 % à base d'eau</i>			Incinérateur *
		500 - 999	50 % d'extrait sec		Peinture UV		Incinérateur

1 Les pourcentages des mesures possibles se rapportent à l'incorporation technique maximale, ils ne sont pas basés sur la rentabilité.

*Une quantité insuffisante de données a été collectée dans le sondage pour parvenir à une conclusion. Dans ces cas, une règle générale a été utilisée : les incinérateurs sont techniquement applicables lorsque les émissions sont supérieures à 20 t/an et l'adsorption sur charbon actif et les biofiltres sont techniquement applicables lorsque les émissions de COV varient entre 8 et 20 t/an. Cependant, la Section 20.11 de ce document montre que le choix se rapporte au volume d'air et à la concentration, et non à la consommation totale.

Les mesures en italiques ont été rejetées et n'ont pas été prises en compte dans le modèle car elles présentent des coûts supérieurs et des efficacités inférieures par rapport aux autres mesures.

Tableau 24.3 : Mesures rentables possibles pour la réduction des émissions de COV par industrie

[95, Vito, 2005]

24.2 Calcul des émissions de COV et unités utilisées

[182, ADEME, 2006] [110, EC, 1996, 123, EC, 1999] [148, TWG, 2006]

Toutes les activités entrant dans le domaine d'application de ce document sont réglementées par la DES (Directive du Conseil 1999/13/CE du 11 mars 1999) et l'IPPC s'applique aux installations les plus grandes sous le contrôle de la DES. La Préface de ce document décrit l'interface entre ces deux directives. Dans l'intérêt d'une meilleure réglementation et d'une simplification, ce document (le BREF STS) utilise la détermination des émissions de COV et les valeurs utilisées pour les exprimer comme décrit dans la DES. Cela est particulièrement important pour l'expression des valeurs d'émission relatives aux MTD. Cela implique que les installations soient capables d'utiliser le schéma de réduction de la DES lorsque la DES ne fournit pas de valeurs limites totales d'émissions pour cette industrie.

Diverses exceptions industrielles à l'utilisation des valeurs de la DES sont expliquées dans les différentes sections, comme :

- * l'impression offset à sécheur thermique, où les valeurs d'émission relatives aux MTD sont exprimées en % (m/m) de la consommation d'encre. Cela permet de mesurer l'effet de la MTD, alors que le pourcentage de l'entrée de solvant (méthode que la DES utilise) ne le permet pas
- * le revêtement des trains et la fabrication des miroirs, où les informations fournies, et à partir desquelles les MTD sont dérivées, sont basées sur des mg de COV/m² peint
- * le prélaquage et l'emballage métallique, où le m² a été identifié comme étant une mesure appropriée du débit de la production
- * la préservation du bois, où les informations fournies, et à partir desquelles les MTD sont dérivées ont été basées sur le pourcentage de réduction des émissions de COV sur la base de l'entrée de solvant.

24.2.1 Respect de la Directive relative aux émissions de solvants

La DES réglemente les émissions de composés organiques volatils (COV) dues à l'utilisation de solvants organiques dans différents types d'activités et d'installations.

Selon l'Article 5 de la Directive DES, deux options différentes sont proposées pour démontrer le respect des exigences légales :

« Toutes les installations sont conformes :

(a) soit aux valeurs limites d'émission dans les gaz résiduels et aux valeurs d'émission diffuse, ou aux valeurs limites d'émission totale, ainsi qu'aux autres exigences contenues à l'Annexe II A ;

ou

(b) soit aux exigences découlant du schéma de réduction présenté en détail à l'Annexe II B. »

Pour chaque option, il existe des exceptions spécifiques où l'exploitant doit démontrer que la MTD est utilisée.

24.2.1.1 Valeurs limites d'émission (VLE) et émissions diffuses (Annexe II.A de la DES)

Chaque type d'industrie doit respecter les valeurs fournies dans les tableaux de l'Annexe II.A. Les VLE sont exprimées en mg de C/m³ dans des conditions standard, et les émissions diffuses en tant que pourcentage de l'entrée de solvant. Les valeurs totales d'émissions (lorsqu'elles sont fournies) sont exprimées en termes spécifiques de l'industrie, comme en g de COV/kg de produit (pour les fils de bobinage), en g de COV/m² de surface d'électrodéposition pour les véhicules, etc.

24.2.1.2 Schéma de réduction des émissions (Annexe II.B de la DES)

L'Annexe II.B de la DES établit que :

« Principes

Le schéma de réduction doit offrir à l'exploitant la possibilité d'obtenir par d'autres moyens une réduction des émissions qui soit équivalente à ce qu'il obtiendrait en appliquant les valeurs limites d'émission. À cet effet, l'exploitant peut mettre en œuvre n'importe quel schéma de réduction conçu

spécialement pour son installation, à condition d'obtenir en fin de compte une réduction équivalente des émissions... »

La mise en œuvre et la validation d'un schéma de réduction des émissions permettent donc d'assurer que les flux annuels d'émissions de COV ne soient pas supérieurs aux flux atteints en respectant les valeurs limites d'émission pour tous les gaz résiduels et toutes les émissions diffuses. L'intérêt d'un schéma de réduction des émissions pour les exploitants est de leur permettre de réfléchir à leurs procédés dans leur ensemble et d'avoir de la flexibilité en ce qui concerne leurs choix de réduction des émissions. Des efforts supplémentaires et des investissements seront réalisés lorsqu'ils seront techniquement et économiquement plus efficaces. Cela est cohérent avec la Directive IPPC, Article 9(4) :

« ...les valeurs limites d'émission, les paramètres et les mesures techniques équivalents visés au paragraphe 3 sont fondés sur les meilleures techniques disponibles, sans prescrire l'utilisation d'une technique ou d'une technologie spécifique, et en prenant en considération les caractéristiques techniques de l'installation concernée, son implantation géographique et les conditions locales de l'environnement... »

L'Annexe II.B de la DES décrit un schéma de réduction où une teneur constante d'extrait sec des produits peut être acceptée pour les revêtements, les vernis, les adhésifs ou les encres.

Un objectif d'émission est calculé sur la base des extraits solides et des émissions diffuses annuels fournis à l'Annexe II.A. Ils sont exprimés en pourcentage des émissions non réduites. Dans la DES, cette émission non réduite est appelée « émission de référence ». Lorsqu'aucune substitution n'a eu lieu, les émissions non réduites sont égales à l'entrée de solvant. Lorsque certaines substitutions ou d'autres contrôles des émissions des sources diffuses ont été appliqués, les émissions non réduites doivent être évaluées. La méthode de l'Annexe II.B de la DES peut généralement être utilisée à cette fin. Les émissions annuelles de référence sont calculées ainsi (extrait exact de la DES) :

a) On détermine la masse totale d'extraits secs dans la quantité de revêtement et/ou d'encre, de vernis ou de colle consommée en un an. On entend par extraits secs toutes les substances présentes dans les revêtements, les encres, les vernis et les colles qui deviennent solides après évaporation de l'eau ou des composés organiques volatils.

b) Les émissions annuelles de référence sont calculées en multipliant la masse déterminée au point a) par le facteur approprié du Tableau 24.4 :

<i>Activité</i>	<i>Facteur de multiplication</i>
<i>Héliogravure ; flexographie ; contre-collage et vernissage associé à une opération d'impression ; revêtement du bois ; revêtement de textiles, de tissus, de feuilles ou de papier ; revêtements adhésifs</i>	<i>4</i>
<i>Laquage en continu et retouche de véhicule</i>	<i>3</i>
<i>Revêtement en contact avec les aliments, revêtements utilisés dans l'industrie aérospatiale</i>	<i>2,33</i>
<i>Autres revêtements et impression sérigraphique en rotative</i>	<i>1,5</i>

Tableau 24.4 : Facteurs de la DES pour la détermination des valeurs annuelles de référence des émissions

L'émission cible peut être exprimée en % (m/m) (c'est-à-dire en pourcentage de COV des extraits secs, plus généralement en kg de COV/kg d'extraits secs, comme défini dans la DES). La DES permettant d'utiliser tout schéma de réduction équivalent, tant qu'il satisfait les principes soulignés dans l'Annexe II.B, les émissions cibles de COV peuvent alors être exprimées en t de COV/an (pour une installation spécifique au débit connu), en kg de COV/m² enduit, en kg de COV/article de production produit.

Par exemple, en ce qui concerne l'impression flexographique et l'héliogravure d'emballage, le calcul est le suivant :

La teneur moyenne en solvant des encres prêtes à l'emploi pour les presses, des peintures et des adhésifs dans l'impression flexographique et l'héliogravure d'emballage, est d'environ 80 %. La matière sèche dans ces produits compte pour 20 % du poids total, et donc pour ¼ du poids du solvant. Les émissions non réduites (les « émissions de référence ») peuvent être estimées en multipliant le poids de tous les extraits secs, des produits à base de solvants et à base d'eau, par quatre.

24.2.2 Précision

La Directive relative aux émissions de solvants décrit une méthode, simple à première vue, avec laquelle les émissions diffuses peuvent être déterminées dans les installations où les vapeurs de solvants captées sont incinérées. Le principe de cette méthode est que la quantité de solvant envoyée à l'incinérateur est soustraite du total de solvant en entrée. La différence entre les deux quantités doit avoir disparue ; la majeure partie sous forme d'émissions diffuses.

En pratique, cette méthode peut souffrir d'un manque de précision. Par exemple, lorsque la méthode fournie par la Directive est utilisée, les émissions diffuses comptent, en réalité, pour environ 15 % de l'entrée, et peuvent facilement être quantifiées par toute valeur entre 0 et plus de 40 %.

Si la différence est calculée entre deux nombres presque égaux en tant que « entrée » et « émissions captées », alors la sortie, qui devrait représenter les émissions diffuses, est un nombre relativement faible. Le manque de précision du faible résultat, cependant, est égal à la somme des inexactitudes des deux grands nombres d'origine. Donc, toutes les inexactitudes des deux nombres d'origine sont incluses dans les émissions diffuses.

Le problème principal réside dans la difficulté de quantifier les émissions captées. Cela nécessite une multiplication du flux d'air, de la concentration de solvant et du temps. Le flux d'air et la concentration varient dans le temps, et ni l'un ni l'autre ne peuvent être mesurés avec précision. L'erreur dans le résultat est supérieure à 20 %.

Les options pour traiter ces inexactitudes consistent à déterminer directement les émissions diffuses (voir l'Annexe 24.3) ou à dériver les émissions non réduites de l'entrée réelle de solvant (voir l'Annexe 24.4).

L'exemple suivant montre comment une plage classique de concentrations et de flux peut mener à une plage quatre fois plus importante de COV émis.

O1 représente les émissions de gaz résiduelles.

$$O1 = \frac{(\text{concentration } c \text{ en mg de C/Nm}^3) \times (\text{volume } v \text{ en m}^3/\text{h}) \times (\text{heures d'exploitation sur une période de temps})}{\text{période de temps}}$$

Pour une installation théorique fonctionnant 5 760 heures par an (24 heures sur 24, 5 jours par semaine, 48 semaines par an), avec des flux de gaz résiduels $v = 100\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ et le contrôle périodique fournissant des valeurs variant entre 5 et 20 mg de C/Nm³. Les émissions annuelles calculées pour chaque extrémité de la plage :

lorsque $c = 5 \text{ mg de C/Nm}^3$, $O1 = 2\,880 \text{ kg (2,88 tonnes)}$

lorsque $c = 20 \text{ mg de C/Nm}^3$, $O1 = 11\,500 \text{ kg (11,5 tonnes)}$

Selon le type d'activité et d'installation, l'écart entre le déterminant le plus faible et le plus élevé peut être considérable (voir le BREF sur la surveillance).

24.2.3 Rendement d'application du revêtement

Le calcul des émissions de COV selon le schéma de réduction décrit dans la DES, Annexe II.B, ne prend pas en compte l'amélioration du rendement de l'application, car le calcul est basé sur le rapport de COV et des extraits secs : si la quantité d'extraits secs est réduite, le rapport kg de COV/kg d'extraits secs reste le même. Ce point devrait être pris en compte lors de la définition des objectifs d'émissions et des VLE. Les options sont de définir un total d'émissions par an ou par unité de production.

Par exemple, dans une installation à la consommation de peinture de 2 000 tonnes par an, la consommation correspondante de solvant est de 1 500 tonnes (75 % de la consommation de solvants : c'est-à-dire un rapport de 3 kg de COV/kg d'extraits secs). Les pistolets de pulvérisation ont un rendement d'application de 20 %. Selon la DES :

l'émission cible d'émission de référence = 500 tonnes $\times 4 = 2000$.

émissions cibles = 0,25 \times émissions de référence = 0,25 \times 2000 = 500 tonnes de COV.

Les réductions d'émissions peuvent être atteintes par l'une des techniques suivantes ou plus :

- * l'installation d'une technique au point de rejet pour réduire les émissions de COV à 375 tonnes (où le rapport reste de 3 kg de COV/kg d'extraits secs)
- * en utilisant des peintures à base d'eau (BE) (par exemple, l'utilisation de 2000 tonnes de peintures BE avec une consommation de solvants de 18,75 % résulte en 375 tonnes d'émissions de COV : le rapport est de 0,75 kg de COV/kg de matière sèche)
- * en appliquant des peintures à base de solvants (avec un rapport de 3 kg de COV/kg de matières sèches) avec un rendement bien supérieur : appliquer les mêmes peintures à base de solvants avec un rendement d'application de 80 % entraîne une consommation de peinture de 500 tonnes (au lieu de 2 000 tonnes) et donc des émissions de COV de 375 tonnes.

24.3 Mesure des émissions diffuses – méthode directe

[51, Aminal, et al., 2002] [76, TWG, 2004] [148, TWG, 2006]

Étape 1 : Identifier toutes les sources d'émissions diffuses de l'installation

Toutes les vapeurs de solvant ne sont pas conduites à l'incinérateur, elles s'échappent dans l'air et contribuent aux émissions diffuses. La plupart des industries considérées dans ce document ont plusieurs sources d'émissions diffuses. Ce qui suit est l'étude de cas dans une dizaine d'installations d'impression flexographique dans les Flandres, en Belgique, et aux Pays-Bas. Cependant, les principes décrits dans les étapes suivantes sont facilement transférables aux autres industries. La plupart des installations auront un certain nombre de sources et la plupart de celles-ci ne résulteront qu'en des émissions faibles ou extrêmement faibles. Dans la plupart des cas, il n'y a qu'une à trois sources dans une installation qui contribuent principalement aux émissions diffuses. Il peut être nécessaire de déterminer plus d'un facteur d'émissions pour une source, afin d'améliorer la précision ou pour des raisons de convenance.

Une installation d'impression flexographique a plusieurs sources d'émissions diffuses. Les sources identifiées jusqu'à présent sont listées ci-dessous, bien que la plupart des installations n'aient que quelques-unes d'entre elles. Dans certains cas, il peut y avoir une quantité plus importante de sources ou une autre classification peut être plus adaptée.

Les sources d'émissions diffuses pour l'impression flexographique sont :

- * la ventilation de la salle des presses pendant l'impression
- * la ventilation du sécheur pendant la mise en train
- * la ventilation du sécheur pendant l'attente
- * l'échappement local entre les unités de presse
- * le département de nettoyage
- * le département de mélange des encres
- * la teneur en solvants des encres, peintures et adhésifs à base d'eau
- * les solvants utilisés sur les machines de production non connectées à l'incinérateur
- * le solvant résiduel dans les produits
- * le solvant rejeté dans l'eau
- * les émissions de solvants provenant des installations de traitement des eaux usées
- * les pertes par évaporation provenant des réservoirs, etc.

Un double décompte devrait être évité. Par exemple, si l'encre est mélangée près de la presse, alors le solvant évaporé sera éliminé par l'échappement local entre les unités de presse et la ventilation de la salle et il ne nécessitera pas de quantification séparée.

Étape 2 : Étudier le système de ventilation et s'assurer qu'il fonctionne comme prévu

Dans les zones de production en particulier, la conception du système de ventilation détermine quelles sources d'émissions diffuses sont présentes, et la manière par laquelle les quantités émises doivent être estimées ou mesurées. Les systèmes de ventilation ne fonctionnent normalement pas comme prévu dans l'installation. Soit le système a été construit d'une manière différente de celle enregistrée, soit les paramètres de contrôle du système ont été complètement modifiés dans le temps. Un système de ventilation qui fonctionne réellement comme prévu est très rare.

Voici quelques exemples qui ont été rencontrés réellement dans la pratique :

- * le système réel de conduites était différent de celui des plans. Les ventilateurs et les conduites ont été installés ou retirés, et les modifications n'ont pas été documentées avec précision.
- * les contrôles automatiques de pression positive ou négative ne fonctionnaient pas de la manière dont ils avaient été conçus. Les imprimeries qui étaient sensées fonctionner au-dessus de la pression atmosphérique fonctionnaient en réalité en dessous de la pression atmosphérique, et inversement
- * certains composants du système de ventilation avaient un plus grand nombre de fonctions que prévu. Un ventilateur pour les peintures aqueuses sur l'une des unités d'impression a été trouvé connecté à l'échappement local entre les unités de presse
- * des flux d'air significatifs ont été découverts entre différentes parties du bâtiment.

Tant que l'exploitation du système de ventilation n'est pas parfaitement en ordre, il n'y a pas de raison de mesurer ou d'estimer les émissions diffuses qui sont affectées par celle-ci. Si les paramètres du système de ventilation doivent être ajustés plus tard, l'estimation et les mesures seront inutiles. Par conséquent, la première action devrait être d'assurer une compréhension complète du système de ventilation dans les zones de production. Les conduites et les ventilateurs doivent être comparés aux plans. Le statut de la maintenance devrait être vérifié. Une maintenance et un nettoyage insuffisants peuvent réduire le flux d'air de plus de 50 %. Une bonne pratique est de corriger toute maintenance insuffisante avant de commencer toute mesure.

Lors de la comparaison de la conception avec le système réel, des questions telles que les suivantes doivent être posées :

- * les filtres et les courroies de transmission ont-ils été remplacés comme prévu par les plans de maintenance du fournisseur ?
- * les pales des ventilateurs et les échangeurs thermiques sont-ils propres ?
- * où sont les échappements ?
- * où sont les entrées d'air frais ?
- * quels échappements sont connectés au même conduit ?
- * quel ventilateur dessert quelle partie du système ?
- * quand les régulateurs de tirage et les vannes sont-ils ouverts ou fermés automatiquement ?
- * quels contrôles automatiques sont incorporés ?
- * quelles mesures sont disponibles pour ceux-ci ?
- * quels sont les débits théoriques des ventilateurs ?
- * comment sont sensés fonctionner les systèmes de contrôle ?
- * quelle est la différence entre les modes de contrôle en été et en hiver ?

Dans la plupart des cas, il y a une différence claire entre la théorie et la pratique. Il doit alors être décidé de ce qui est requis en réalité et quels paramètres de la ventilation doivent être ajustés par conséquent. Il doit alors être vérifié que le système de ventilation produise effectivement les résultats requis pendant les différentes étapes du procédé de production (par exemple la mise en train, l'impression, le nettoyage, etc.). En pratique, cela peut être relativement facile à réaliser. Par exemple, la direction du flux d'air à travers les portes, les fenêtres et les autres ouvertures peut facilement être établie en utilisant une bande de film en plastique étroite et mince. Les émissions diffuses peuvent être déterminées seulement lorsque le système de ventilation est ajusté tel que requis par la direction de l'installation. Évidemment, la direction devra aussi s'assurer que le régime amélioré est maintenu.

Étape 3 : Réaliser une estimation motivée pour chaque source, sous la forme d'un facteur d'émission multiplié par un paramètre de production

Les émissions de chaque source d'émissions non négligeables doivent être estimées. Dans cette étape, l'ordre de grandeur doit être établi. Plus tard il sera décidé si les émissions sont suffisamment importantes pour justifier des mesures supplémentaires. Évidemment, les estimations devraient avoir une base sûre, mais à cette étape, le nombre de mesures devrait être minimisé. L'objectif est seulement d'utiliser les données déjà disponibles dans l'installation, et des données qui peuvent facilement être mesurées. Ci-dessous se trouvent quelques exemples d'informations utiles qui sont déjà disponibles dans l'installation, ou qui peuvent facilement être mesurées :

- * les capacités des ventilateurs, telles que spécifiées par le fabricant
- * les informations sur l'exposition professionnelle aux solvants
- * les mesures des solvants résiduels dans les produits, réalisées pour les clients
- * la quantité de lots de solvants, d'encres, de peintures et d'adhésifs reçus
- * les expériences simples dans le département de mélange d'encre
- * les bilans solvants simples pour le département de nettoyage, etc.

- * la mesure des concentrations avec un DIP au niveau des échappements locaux
- * la vérification de la direction du flux de ventilation de la salle des presses.

L'exemple dans le Tableau 24.5 correspond à une installation à 1 000 tonnes de solvants en entrée par an. Il montre clairement comment seulement deux des onze sources représentent plus de 70 % des émissions diffuses.

Source	Émissions en kg	% de l'entrée	% d'émissions diffuses
Ventilation de la salle des presses pendant l'impression	9 000	0,90	8,0
Ventilation du sècheur pendant la mise en train	5 400	0,54	4,8
Ventilation du sècheur pendant l'attente	22 500	2,25	20,0
Échappement local entre les unités de presse	56 550	5,66	50,3
Département de nettoyage	8 750	0,88	7,8
Département de mélange des encres	7 500	0,75	6,7
Teneur en solvants des encres à base d'eau, etc.	2 500	0,25	2,2
Solvants résiduels dans les produits	200	0,02	0,2
Solvants rejetés dans l'eau	-	-	-
Émissions de solvant provenant des stations d'épuration	-	-	-
Pertes par évaporation provenant des réservoirs, etc.	67	0,01	0,1
Total	112 467	11,26	100,1

Tableau 24.5 : Émissions des sources d'une installation traitant 1 000 tonnes de solvants

À cette étape, une autre option consisterait à réduire les émissions des sources majeures ou à les éliminer complètement avant de réaliser toute mesure supplémentaire. Par exemple, si une capacité d'incinération suffisante était disponible, l'échappement local entre les unités de presse ou l'échappement du département de nettoyage pourraient être connectés à l'incinérateur. Cela éliminerait complètement ces sources d'émissions diffuses.

Étape 4 : Déterminer quelles sources nécessitent une plus grande précision

Les estimations réalisées à l'Étape 3 ne sont pas particulièrement précises. Cependant, elles indiquent clairement que l'amplitude des émissions diffuses varie beaucoup entre les sources. Les pertes de vapeurs des réservoirs sont très faibles, alors que l'échappement local entre les unités de presse est particulièrement important.

Maintenant, la précision du total calculé des émissions diffuses doit être déterminée. Les paramètres d'émissions qui nécessitent une plus grande précision doivent être sélectionnés. Cela est réalisé par une approche de la pire éventualité : l'erreur possible maximale pour chaque source est estimée, et le potentiel maximal des émissions diffuses résultant provenant de la source en question est calculé. Le total de toutes ces émissions maximales potentielles est la « pire éventualité ».

La plupart des estimations d'émissions réalisées à l'Étape 3 ont été calculées en multipliant deux chiffres (ou plus) assez imprécis. Par exemple, un flux d'air théorique peut avoir été multiplié par une mesure de concentration indicative et un nombre estimé d'heures de fonctionnement. Dans un tel cas, le manque de précision de chacun des paramètres doit être estimé séparément et cette information est utilisée pour calculer les émissions potentielles maximales provenant de chaque source, comme si l'erreur potentielle la plus importante possible avait en effet eu lieu. Le résultat donne les émissions maximales possibles de la source en question.

Les émissions maximales possibles provenant de toutes les sources différentes sont alors additionnées pour calculer le maximum de l'ensemble des émissions diffuses ; comme si les estimations initiales d'émissions de chaque source avaient été trop faibles. Il s'agit d'une approche très conservatrice. Il est tout autant possible que les estimations des émissions n'aient pas été trop basses, mais trop élevées. Dans ce cas, les émissions diffuses réelles seraient inférieures aux estimations. En réalité, des erreurs de chaque côté seront réalisées et les émissions réelles seront plus proches de l'estimation initiale que de celle estimée sur la base du calcul des émissions maximales potentielles.

L'exemple du Tableau 24.6 montre l'estimation de l'erreur maximale pour chaque source. Il est à noter cependant qu'une grande partie de l'imprécision est due à la quantité limitée d'informations sur les flux de ventilation et les concentrations de solvants.

Source	Émissions diffuses en % de l'entrée	Facteur maximal d'erreur	% maximal de l'entrée
Ventilation de la salle des presses pendant l'impression	0,90	2,25	2,03
Ventilation du sécheur pendant la mise en train	0,54	1,50	0,81
Ventilation du sécheur pendant l'attente	2,25	2,00	4,50
Échappement local entre les unités de presse	5,66	2,25	12,72
Département de nettoyage	0,88	2,00	1,75
Département de mélange des encres	0,75	1,50	1,13
Teneur en solvants des encres à base d'eau, etc.	0,25	1,25	0,31
Solvants résiduels dans les produits	0,02	1,25	0,03
Pertes par évaporation provenant des réservoirs, etc.	0,01	1,00	0,01
Total	11,26		23,29

Tableau 24.6 : Exemple d'un résultat possible des calculs des imprécisions

Les chiffres de la pire éventualité obtenus de cette manière peuvent facilement correspondre à plus du double de l'estimation d'origine. Certaines sources seront si petites qu'elles n'affecteront pas le résultat, quelle que soit l'imprécision avec laquelle elles sont mesurées. Dans cet exemple, il s'agit de :

- * la teneur en solvants des encres, peintures et adhésifs à base d'eau
- * le solvant résiduel dans les produits
- * les pertes par évaporation provenant des réservoirs.

Il n'y a aucun intérêt à étudier ces sources plus en détail. Deux des sources de la liste sont clairement plus importantes que les autres :

- * l'échappement local entre les unités de presse
- * la ventilation du sécheur pendant l'attente.

Ces sources nécessitent une étude plus approfondie, mais ensemble, elles représentent plus de 70 % des émissions diffuses.

Note : Ceci est seulement un exemple ! Dans la pratique, des sources différentes peuvent être celles avec les émissions importantes ou faibles.

Étape 5 : Améliorer les estimations imprécises des sources importantes

La portée, la profondeur et le détail des études plus poussées dépendront des objectifs. Dans la plupart des cas, le manque de précision de seulement deux ou trois des sources devra être réduit pour obtenir une amélioration significative du résultat de l'approche de la pire éventualité.

Les études plus poussées devront être adaptées aux spécificités de l'installation de transformation. Comme établi plus tôt : des études plus poussées ne seront nécessaires que pour les sources d'émissions diffuses qui sont à la fois relativement grandes et incertaines.

Cette étape (Étape 5) décrit comment l'imprécision de la plupart des estimations initiales peut être réduite. Dans les cas où le flux d'air et la concentration de solvant sont multipliés, une option évidente pour améliorer les estimations est de mesurer réellement la concentration. Cela peut être réalisé assez facilement en utilisant des échantillonneurs passifs. Lorsque les pertes de solvant provenant d'une source peuvent être déterminées avec des échelles, le nombre de pesées peut être augmenté pour améliorer la précision. Pour exemple, des résultats de l'amélioration de la précision sont donnés dans le Tableau 24.7.

Source	Émissions en kg	% de l'entrée	% d'émissions diffuses
Ventilation de la salle des presses durant l'impression (pression positive)	9 000	0,90	8,0
Département de nettoyage	8 750	0,88	7,8
Département de mélange des encres	7 500	0,75	6,7
Teneur en solvants des encres à base d'eau, etc.	2 500	0,25	2,2
Solvants résiduels dans les produits	200	0,02	0,2
Solvants rejetés dans l'eau	-	-	-
Émissions de solvants provenant des stations d'épuration	-	-	-
Pertes par évaporation provenant des réservoirs, etc.	67	0,01	0,1
Sous-total des sources non étudiées plus précisément	28 017	2,81	21,1
Ventilation du sècheur pendant la mise en train	8 000	0,80	6,0
Ventilation du sècheur pendant l'attente	24 750	2,48	18,6
Échappement local entre les unités de presse	72 200	7,22	54,3
Sous-total des sources étudiées plus en détail	104 950	10,50	78,9
Total des émissions diffuses	132 967	13,31	100
Résultat précédent (avant une étude supplémentaire)	112 467	11,25	
*Note : Le sous-total non étudié plus en détail en tant que pourcentage des émissions diffuses devrait être de 25 %.			

Tableau 24.7 : Exemple montrant les résultats de l'amélioration de la précision

Dans cet exemple, l'étude supplémentaire a grandement amélioré la précision de trois des onze sources. La pire éventualité ne diffère désormais que de quelques pour cent de l'estimation réelle. À titre d'exemple, les résultats des nouvelles estimations de la précision sont fournis ci-dessous.

Exemple : une précision améliorée est présentée dans le Tableau 24.8 ci-dessous.

Source et commentaires	% estimé de l'entrée	Facteur maximal de l'erreur résiduelle	% max. de l'estimation améliorée de l'entrée
Ventilation du sècheur pendant la mise en train	0,20	1,20	0,96
Ventilation du sècheur pendant l'attente	2,48	1,20	2,97
Échappement local entre les unités de presse	7,22	1,20	8,66
Autres sources (inchangé)	2,80		5,24
Total	13,30		17,83
Résultat précédent	11,25		23,28

Tableau 24.8 : Exemple montrant les résultats d'une précision améliorée

Il est à noter qu'ici, seules les erreurs potentielles qui résultent en des émissions augmentées sont calculées. Les erreurs résultant en des émissions réduites sont, cependant, également vraisemblables.

Si les émissions diffuses doivent être déterminées avec encore plus de précision, d'autres sources d'émissions peuvent être considérées pour une étude plus poussée. Dans cet exemple, le département de nettoyage et la ventilation de la salle des presses sont des candidats vraisemblables. Un tiers de la différence restante entre l'estimation réelle et la pire éventualité (4,5 %) dans cet exemple est associé au département de nettoyage, et un cinquième à la ventilation de la salle.

Étape 6 : Établir un système de registre à partir duquel les paramètres de production annuels peuvent facilement être dérivés

La simplicité commence par le choix de paramètres adéquats. Lorsque cela est possible, ils devraient être basés sur des informations qui sont déjà collectées. Cependant, il convient de déterminer si les chiffres obtenus des autres enregistrements reflètent en réalité avec précision le paramètre auquel le facteur d'émission se réfère, et de la prudence est nécessaire. Exemples de divergences potentielles entre les enregistrements existants et les paramètres requis :

- * les heures d'attente et les autres arrêts enregistrés dans le département de production peuvent apparaître à la fois pendant la mise en train ou pendant l'impression. Pour le calcul des émissions diffuses, cependant, seules les périodes pendant lesquelles les unités d'impression contiennent de l'encre, mais ne sont pas réellement en production, comptent
- * les heures de production (telles que requises pour calculer les émissions des échappements entre les unités de presse) peuvent ne pas, selon les registres de production, inclure les heures d'attente et les autres arrêts durant l'impression. Cependant, pour les calculs, la période complète pendant laquelle l'unité contient de l'encre doit être établie
- * si une partie de l'encre n'est pas mélangée dans le département de mélange d'encre mais dans la presse, les pertes de solvants résultantes iront dans la ventilation de la salle des presses et dans l'échappement local. Cela peut mener à un double décompte.

Étape 7 : Calculer les émissions annuelles provenant de chaque source en multipliant les paramètres de production et les facteurs d'émissions relatifs

Cette étape ne nécessite pas d'explication supplémentaire.

Étape 8 : Inclure les résultats dans le plan annuel de gestion des solvants et comparer les émissions diffuses avec les valeurs limites

Cette étape ne nécessite pas d'explication supplémentaire.

Étape 9 : Déterminer les nouveaux facteurs d'émission en cas de changement significatif dans la gamme des équipements, les opérations ou la ventilation

De nouveaux facteurs d'émissions doivent être déterminés s'il y a des changements significatifs dans l'installation. Un changement significatif peut être un changement dans le système de ventilation des zones de production, l'achat de nouvelles machines, la vente d'anciennes machines, un changement substantiel de la gamme de produits, ou des changements de méthodes d'exploitation. La détermination des facteurs d'émissions n'est pas, en pratique, une activité que l'on réalise une fois pour toutes. Une fois que l'installation devient accoutumée à la gestion des émissions diffuses, la prise de conscience de ces émissions augmentera aussi. Cela mènera alors à des améliorations des enregistrements, à une répétition et à une re-vérification des mesures, et à une volonté d'améliorer la précision des facteurs d'émissions moins importants. De plus, des options seront identifiées pour réduire les émissions diffuses. Cela conduira aussi à de nouveaux facteurs d'émissions.

24.3.1 Application au secteur de l'impression

Description : Cette méthode a été testée dans deux imprimeries d'emballages souples flamandes : une très grande imprimerie d'héliogravure d'emballage et une installation d'impression flexographique de taille moyenne. Elle a été basée sur des mesures directes des émissions diffuses. Le rendement de capture est le pourcentage des solvants évaporés qui s'échappent avec les gaz résiduels. Le reste s'échappe en tant qu'émissions diffuses.

Introduction et terminologie de la méthode alternative (directe)

Sources d'émissions diffuses : Les émissions diffuses dans une imprimerie ont plusieurs causes différentes. Elles surviennent pendant l'impression, le nettoyage, le mélange des encres, le transfert des solvants, etc. Chacune de ces activités est une « source » d'émissions diffuses. Il est possible d'attribuer les émissions diffuses d'une imprimerie à environ 10 à 20 « sources » différentes.

Facteur d'émissions : Plus la fréquence d'une activité est importante, ou plus longue est sa durée, plus la quantité d'émissions diffuses sera importante. Le mélange de 20 pots d'encre produira deux fois plus d'émissions diffuses que le mélange de 10 pots. L'impression pendant quatre heures résultera en une plus grande quantité d'émissions diffuses que l'impression pendant deux heures.

Un facteur d'émissions peut être déterminé pour chaque source. Ce facteur indique la quantité d'émissions diffuses pour chaque moment ou chaque heure pendant lesquels l'activité est réalisée.

Les facteurs d'émissions doivent être déterminés seulement une fois. Ils sont spécifiques à une machine et à une méthode de travail. Si, ni la machine, ni les méthodes de travail ne changent, le facteur d'émissions reste aussi inchangé.

Paramètre de production : Afin de calculer les émissions, le facteur d'émissions doit être multiplié par un paramètre de production. Ce paramètre de production est une mesure de l'activité de la source d'émissions diffuses en question. Plus ce paramètre de production est important, plus les émissions diffuses sont importantes.

Exemples : Pour les opérations de nettoyage, le nombre de fois où l'unité de nettoyage est utilisée peut être employé comme paramètre, et pour le mélange des encres, le volume d'encre qui a été mélangé.

Les enregistrements effectifs doivent être stockés pour produire les paramètres de production.

En résumé, la méthode consiste à :

- * estimer ou mesurer les facteurs d'émissions adéquats et à mettre en place un système de stockage des enregistrements pour les paramètres de production annuels. Cela doit être réalisé une seule fois
- * des calculs des émissions diffuses qui doivent être réalisés chaque année. Cela est réalisé par la multiplication des paramètres de production pour l'année en question par les facteurs d'émissions.

Évidemment, l'étape la plus difficile est de déterminer les facteurs d'émissions. Cela se fait en deux étapes ou plus. La première étape consiste à réaliser une estimation bien étayée. Cela est réalisé pour toutes les sources d'émissions diffuses différentes. Aucune action supplémentaire n'est requise pour le nombre important de sources qui présentent de très faibles émissions. La seconde étape est réalisée seulement pour un faible nombre de sources plus importantes, où des mesures plus précises sont prises.

Précision

Les paramètres de production peuvent être déterminés avec précision. Ces paramètres sont de préférence des chiffres qui font déjà partie des enregistrements de production ou qui doivent être collectés de toute façon pour d'autres parties du plan de gestion des solvants.

Des exemples de ce type de paramètres sont les chiffres des heures d'exploitation des équipements de production, le nombre d'ordres traités sur chaque machine, le volume d'encre acheté et le nombre de tonnes d'encre mélangées. Les paramètres sont toujours des mesures de l'activité : plus le paramètre est important, plus les émissions associées doivent être importantes.

Les facteurs d'émission sont une mesure des émissions par unité d'activité. Par exemple, la perte de solvant par kilogramme d'encre mélangée ou la perte de solvant via l'échappement local entre les unités de presse par heure d'exploitation.

Le niveau de précision des facteurs d'émission est variable. Plus les mesures et les études sont approfondies, plus les facteurs seront précis. Les différentes sources d'émissions diffuses ne nécessitent pas toutes le même niveau de précision.

La précision peut aussi être améliorée en utilisant plus d'un facteur d'émissions pour une activité. Au lieu d'utiliser un facteur d'émissions pour toutes les opérations de mélange d'encres, on peut distinguer les mélanges de grands lots et de petits lots d'encres, les mélanges les jours chauds ou froids, et les mélanges manuels ou mécaniques. En d'autres termes, un ou cinq facteurs différents pourraient être déterminés. Dans ce dernier cas, la précision sera meilleure.

Déterminer plus d'un facteur d'émissions par activité ou améliorer leur précision augmentera cependant le volume de travail. Il n'est pas productif de passer beaucoup de temps sur une source mineure qui contribue à peine aux émissions diffuses. Il est donc conseillé de commencer par estimer l'ordre de grandeur des émissions pour chaque source, et de déterminer ensuite lesquelles de ces sources nécessitent des facteurs d'émissions plus précis.

La précision requise pour une source dépend de deux questions différentes :

31. l'ampleur de l'ensemble des émissions diffuses : si l'ensemble des émissions diffuses est considérablement inférieur à la valeur limite, alors l'erreur potentielle est relativement importante.

Exemple : À une valeur limite de 20 % (pour la DES), une émission réelle entre « 5 et 10 % » serait acceptable, mais une émission entre « 15 et 30 % » ne le serait pas. Dans ce dernier cas, la précision doit être améliorée.

32. contribution de la source à l'ensemble des émissions : si la précision du chiffre d'ensemble doit être améliorée, alors on doit se concentrer sur les sources qui sont à la fois relativement importantes et qui ont une faible précision.

Exemple : À une valeur limite de 20 % et des émissions réelles de 15 à 30 %, avec une contribution provenant du département de mélange des encres de 1 à 2 % et une contribution de l'échappement local entre les unités de presse de 10 à 20 %, il serait évidemment bénéfique d'améliorer la précision de la seconde source.

Avantages pour l'environnement : La précision de la surveillance des émissions diffuses est considérablement améliorée. Le gain de connaissance sur l'origine et la cause des émissions diffuses contribue à la réduction de ces émissions.

Effets croisés : Aucune donnée fournie.

Données d'exploitation : La méthode a été testée dans les imprimeries d'emballages souples.

Applicabilité : Les imprimeries d'emballages souples appliquant une technique de réduction par destruction.

Aspects économiques : Aucune donnée fournie.

Moteurs de la mise en œuvre : Aucune donnée fournie.

Exemple d'installation : Aucune donnée fournie.

Littérature de référence : [76, TWG, 2004]

24.4 Cas courants pour les bilans massiques

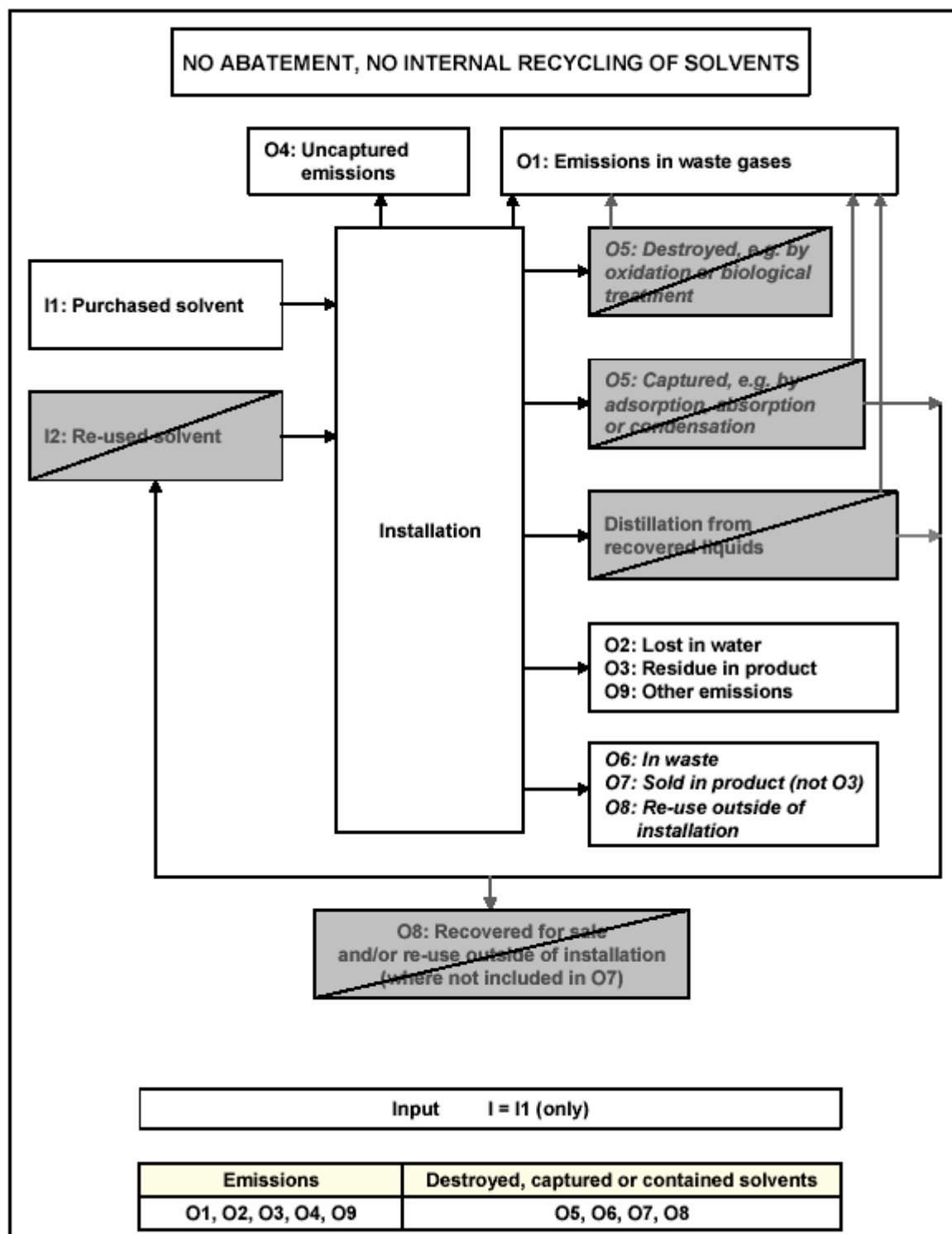


Figure 24.1 : Aucune réduction au point de rejet et aucun recyclage interne

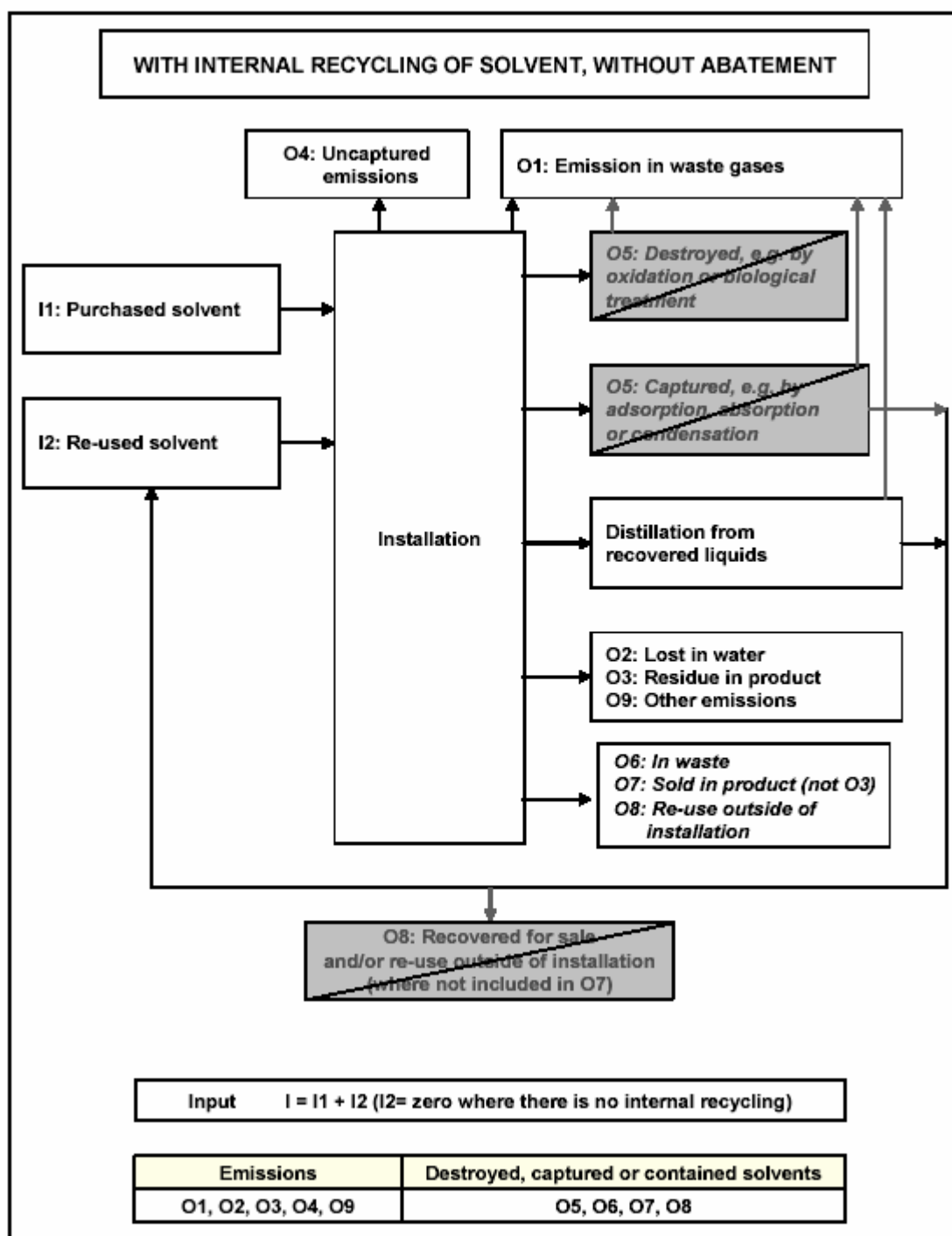


Figure 24.2 : Aucune réduction au point de rejet, mais avec une récupération et une réutilisation interne de solvant

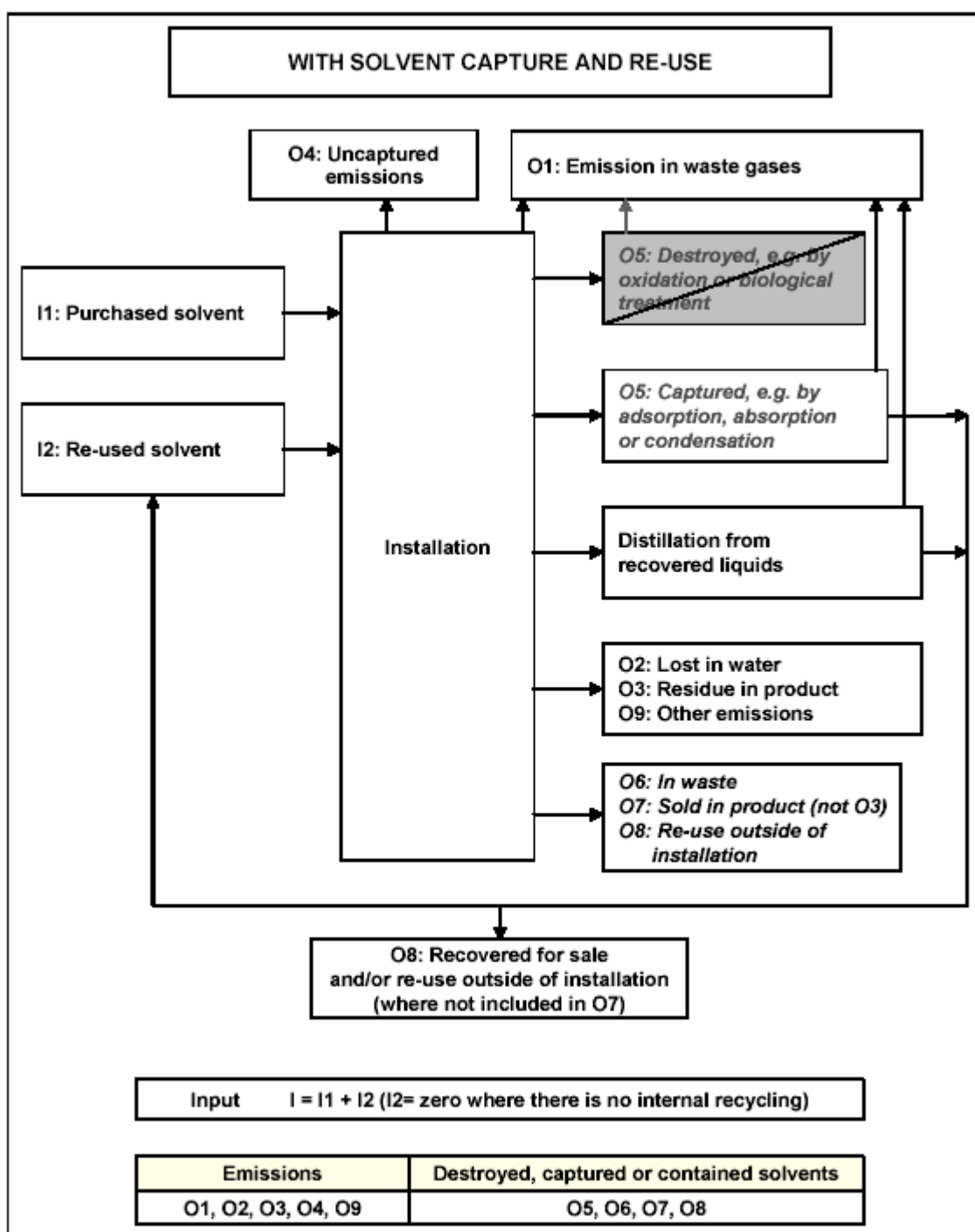


Figure 24.3 : Avec un captage et une réutilisation du solvant (en interne et en externe)

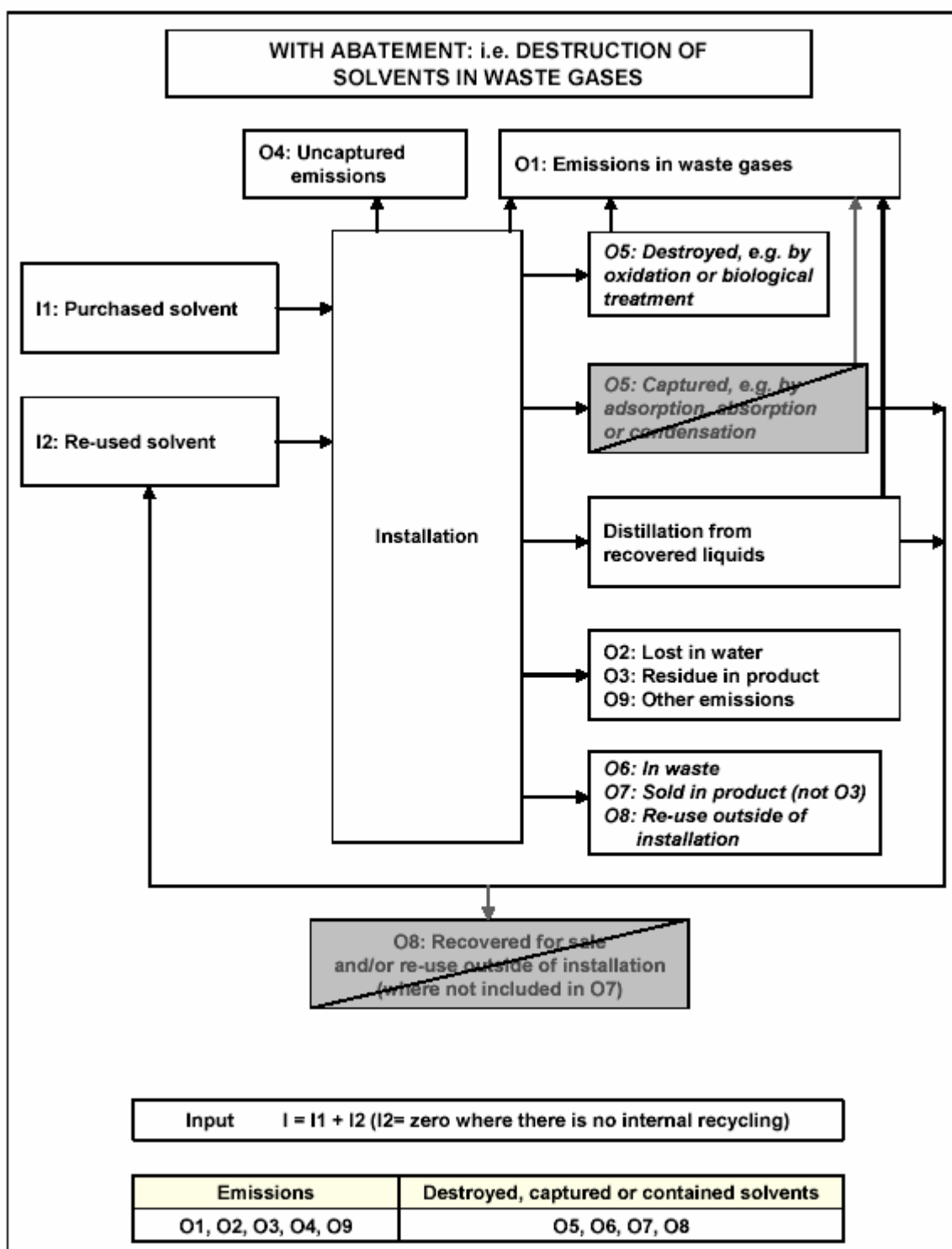


Figure 24.4 : Réduction destructive au point de rejet

24.5 Détermination des émissions de COV provenant des ateliers de peinture de véhicules

[159, ACEA, 2006]

24.5.1 Principes de base/vue d'ensemble

1. Les valeurs limites des substances organiques (LV_{COV}) qui sont émises dans les ateliers de peinture de véhicules sont définies en tant qu'émissions totales des composés organiques volatils – COV (M_{COV}) de l'installation en fonction de la surface du véhicule (A_{veh}) :

$$LV_{COV} = M_{COV} / A_{veh} \text{ [g de COV/m}^2\text{]}$$

La détermination de ces valeurs signifie une détermination simultanée des débits massiques d'émissions de l'atelier de peinture et de la surface des véhicules à peindre (voir Section 2.2).

2. La détermination des émissions de COV provenant des ateliers de peinture par des mesures continues au point de rejet n'est pas suffisamment précise, fiable ou robuste pour des besoins réguliers de surveillance. Elle ne permet pas de prendre en compte les émissions diffuses potentiellement significatives et présente une rentabilité insuffisante par rapport aux coûts importants de capital et de fonctionnement (voir Sections 24.5.2.1 et 24.5.2.2). La technique n'est pas considérée comme étant une bonne pratique.
3. Pour une surveillance régulière des émissions de COV, une méthode de bilan massique basée sur le plan de la Directive relative aux émissions de solvants 1999/13/CE (DES) devrait être utilisée. La précision requise pour la détermination des différents flux massiques (voir la Figure 24.5 pour l'explication des symboles, qui sont associés au plan de la DES) devrait suivre leur contribution relative au résultat d'ensemble (voir Section 2.1.2) :
 - * Les données des COV en entrée (I1) doivent être déterminées avec la plus grande précision. Cela peut être réalisé de l'une des manières suivantes :
 - une mesure directe de la consommation de tous les composants contenant des solvants (peinture, diluant, etc.)
 - le calcul de l'entrée de solvant en utilisant les bases de données d'approvisionnement.

Si le recyclage interne du solvant est réalisé, I2 doit être déterminé.

- * La quantité de COV détruite (O5) peut être calculée par la mesure de l'entrée et de la sortie des flux massiques de l'unité de traitement des gaz résiduels. À partir de ces mesures aussi :
 - est dérivée la dépendance de la température du rendement de combustion
 - est déterminé le facteur f_c de report. Ce coefficient décrit la quantité de COV relâchée dans la cabine de pulvérisation et transférée dans l'étuve du sécheur et de son unité de traitement des gaz résiduels
 - ces mesures doivent être réalisées une seule fois pour chaque cabine de pulvérisation ou étuve de système de traitement des gaz résiduels (TGR). Le rendement de combustion et le coefficient de report doivent être calculés seulement lorsque le procédé d'application, la conception de la cabine ou l'extraction de gaz résiduels et le système de combustion sont changés.
- * La performance de l'unité des gaz résiduels peut être surveillée par la mesure en continu de la température de combustion. Le rendement du TGR peut être vérifié par cette mesure.
- * Pour des facteurs de report f_c donnés, la quantité de COV détruite peut être surveillée en utilisant les données de consommation de la cabine de pulvérisation :

$$O5 = (I1 + I2) \times f_c - O1.1$$

Tous les autres flux massiques sont négligeables ou faibles. Une mesure ou estimation unique de ces valeurs, à répéter seulement après une modification de conception ou de procédé, est suffisante.

Les émissions totales dans l'air (E) peuvent être calculées en utilisant :

$$E = F + O1$$

où les émissions diffuses

$$F = I1 + I2 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8$$

$$E = I1 + I2 - O5 - O6 - O7 - O8$$

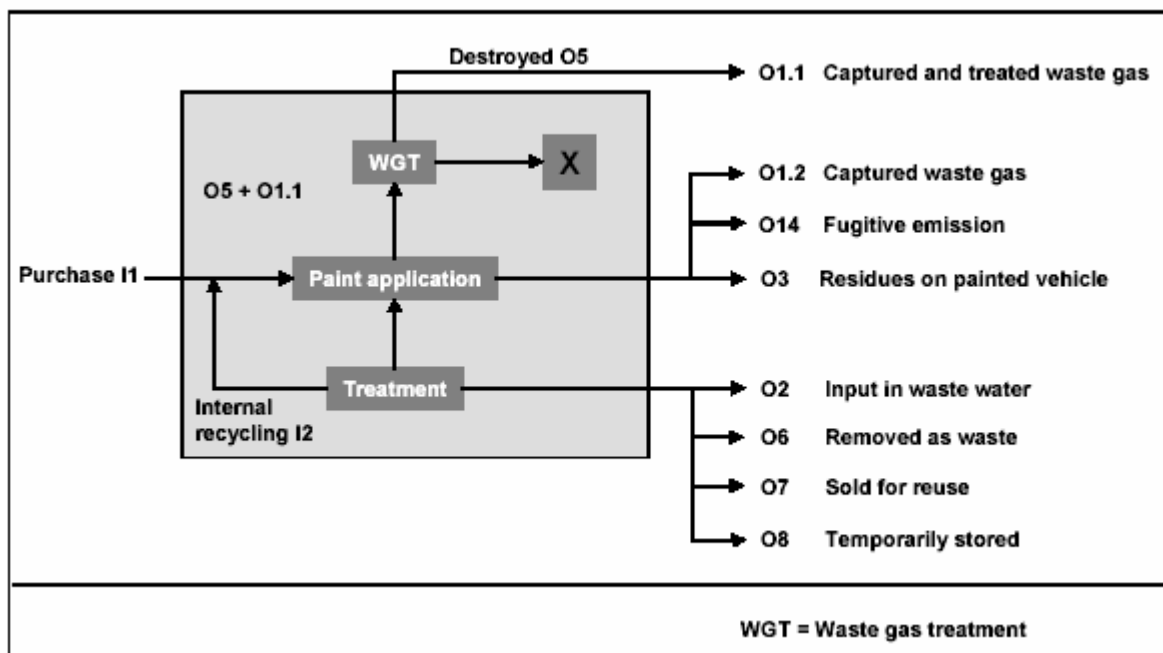


Figure 24.5 : Flux massiques de base en entrée/sortie des solvants dans un atelier de peinture

4. La surface A_t d'une carrosserie est calculée pour chaque véhicule de type t à partir de :

$$A_t = (2 \times m_t) / (b_t \times d_t) \text{ [m}^2\text{]}$$

avec

m_t = poids total de la caisse de carrosserie brute

b_t = épaisseur moyenne de la feuille de métal

d_t = densité de la feuille de métal

Des méthodes alternatives (par exemple en utilisant des données de la CAO) sont aussi applicables.

5. La surface totale A_{veh} est obtenue à partir du nombre n de voitures qui sont transférées de l'atelier de peinture à l'assemblage final. Cela est conforme à la définition du « produit » de la DES.

$$A_{veh} = \sum_{t=1}^j A_t \times n_t \text{ [m}^2\text{]}$$

Le nombre de véhicules doit être déterminé pour chaque type t .

6. En raison des variations du procédé de production dans le temps et des contraintes de production (changement de couleur et de véhicule, nettoyage, pauses...), l'échelle de temps pour la surveillance doit être suffisamment longue. Des valeurs représentatives pour le calcul du bilan massique peuvent être obtenues seulement en faisant la moyenne des périodes sur au moins un mois. Conformément à la DES, Annexe III, plans de gestion des solvants, les valeurs limites pour les émissions de COV provenant des ateliers de peinture de véhicules devraient être des valeurs moyennes annuelles.

24.5.2 Explication

24.5.2.1 Surveillance des flux massiques des émissions de COV

24.5.2.1.1 Mesures au point de rejet

a. Nombre et localisation des points de tests

Des mesures correctes nécessitent de longues sections de mesure non perturbées, qui ne sont généralement disponibles que dans les hautes cheminées. Toutes les autres configurations nécessitent une mesure nette avec plusieurs points de tests dans la coupe transversale de la conduite pour faire une moyenne des fluctuations de flux et de concentration.

Les mesures du flux de l'effluent de la cabine doivent être réalisées dans chacune des conduites partant de la cabine. Dans certains ateliers de peinture, plus de 50 tuyaux sont utilisés. Si des conduites de gaz résiduelles sont utilisées, ces conduites ont de très grands diamètres et sont très obstruées par d'autres tuyaux et appareils. L'installation de points de mesure aux emplacements corrects est difficile ou même impossible, en particulier s'ils doivent être installés dans des ateliers de peinture existants. Dans presque tous les cas, de nombreux points devront être installés (voir ci-dessous).

Les gaz résiduels des étuves des sécheurs sont généralement traités par certaines techniques de réduction. Les émissions provenant des unités de traitement des gaz résiduels (TGR) doivent être mesurées dans le courant d'air chaud propre.

Selon la conception technique de l'installation, les émissions diffuses peuvent être significatives et devoir être évaluées pour satisfaire les exigences de la DES. Par définition, la surveillance au point de rejet ne couvre pas ces sources. La surveillance directe des émissions diffuses est impossible ou extrêmement coûteuse pour les installations complexes, comme la fabrication des véhicules.

Conclusion : Pour collecter les données d'émissions par des mesures au point de rejet, beaucoup de points de tests doivent être installés. Les émissions diffuses ne peuvent pas être mesurées directement de manière réaliste.

b. Principe de mesure

Les mesures continues et discontinues sont généralement réalisées par la méthode FID (détection à ionisation de flamme). Un faible volume de gaz résiduels alimente les équipements en continu.

Les composés organiques sont brûlés dans une flamme d'air-hydrogène. Une ionisation des composés organiques se produit, créant un courant électrique qui est mesuré et qui est proportionnel au flux massique des composés organiques dans le courant échantillonné.

Le signal de sortie du détecteur dépend de la nature chimique des composés, mais aussi de la géométrie du détecteur et des conditions dans lesquelles le brûleur fonctionne. Un calibrage régulier de l'ensemble du système est nécessaire. La fonction de calibrage crée une relation entre la force du signal du détecteur et la concentration de propane du gaz de référence. Les résultats sont donnés en ppm ou en ppb équivalent au CH₄.

En raison de ce principe, la méthode détermine en continu une valeur indice qui réagit principalement au nombre de liaisons C-H dans le volume de gaz échantillonné. Le facteur de réaction n'est pas constant pour tous les composés organiques, mais est une propriété unique pour chaque substance. Ce n'est donc qu'après un second calibrage qui établit une corrélation entre le signal du détecteur (indiqué en ppm de CH₄) et la concentration de composés organiques dans l'échantillon, que des valeurs de concentration significatives en g de COV/m³ peuvent être fournies.

Le procédé de calibrage doit être répété à des intervalles réguliers.

Des composés à la volatilité inférieure peuvent se condenser dans la ligne d'échantillons ou dans les systèmes de l'analyseur. Il est donc nécessaire de chauffer les parties adéquates du système à une température d'au moins 150 °C. Cette précaution est vitale pour l'analyse des gaz résiduels dans les étuves de durcissement.

Conclusion : *La mise en place analytique est très exigeante et techniquement difficile pour les situations décrites dans la Section 24.5.2.1.1(a). Un calibrage répété est nécessaire pour ajuster le signal du détecteur à la concentration réelle de COV dans le gaz effluent.*

c. Représentation des systèmes FID en ligne

Bien que cette méthode puisse facilement être choisie et appliquée dans le cas d'un composé organique, elle devient extrêmement difficile et délicate dans le cas des procédés de peinture de voitures. Les systèmes de peinture automobile sont des formules très complexes avec beaucoup de substances organiques volatils. Plus de 20, souvent jusqu'à plus de 50 composés organiques volatils différents peuvent être trouvés dans l'air effluent. De plus, la composition n'est pas constante dans le temps et dépend :

- * du mélange de couleur dans la cabine d'application (chaque couleur a une composition de solvant différente)
- * de la quantité de solvant utilisée pour le nettoyage (changement de couleur, etc.)
- * des cinétiques d'évaporation à la surface du véhicule
- * de la ré-évaporation de solvant provenant de l'eau dans le système épurateur de Venturi.

Conclusion : *En pratique, il n'est pas possible de calibrer un système de surveillance FID en ligne de telle manière que le signal du détecteur donne les valeurs réelles de la concentration réelle de COV.*

d. Coût

Les coûts de fonctionnement des mesures en continu sont très importants. Il serait nécessaire d'équiper chaque tuyau d'échappement d'un analyseur FID, généralement avec plusieurs points d'échantillonnage et donc un contrôle et un registre d'échantillonnage très sophistiqués. En raison des dimensions des ateliers de peinture, des lignes d'échantillonnage chauffées de plus de 20 m doivent être installées pour chaque point d'échantillonnage. Chaque analyseur FID doit être alimenté par de l'hydrogène, de l'air synthétique et du gaz de calibrage. En plus des mesures des COV, la concentration d'O₂, la température, l'humidité et la vitesse du gaz doivent être déterminées. Les équipements nécessitent aussi une maintenance quotidienne pour empêcher le blocage des tubes d'entrée d'air par des particules de peinture. Dans un but de calibrage, des mesures en discontinu de respect des réglementations avec des méthodes de référence approuvées doivent être réalisées par des organisations expertes certifiées, généralement des institutions externes indépendantes.

Conclusion : *Le coût de la surveillance des émissions de COV avec la méthode de fin de ligne est extrêmement élevé.*

e. Conclusion générale

Le principal inconvénient de la surveillance des émissions de COV avec la méthode de fin de ligne est que seules les émissions provenant des tuyaux peuvent être mesurées. Le coût est extrêmement élevé pour ce type d'industrie. Les émissions diffuses ne peuvent pas être mesurées directement avec des moyens raisonnables. Ce type de surveillance des émissions ne devrait être appliqué que dans des conditions d'exploitation particulières, qui ne peuvent pas être couvertes par des formules, si elles ont besoin d'être surveillées ou si d'autres raisons justifient une surveillance intensive. Dans l'industrie de la peinture de voiture, ces conditions n'existent pas.

24.5.2.1.2 Calcul des bilans massiques des solvants

Principe de base

La Directive relative aux émissions de solvants 1999/13/CE (DES) prescrit une méthode générale pour la surveillance des émissions de solvant utilisant un bilan massique des solvants (plan de gestion des solvants). Cette méthode peut aussi être appliquée avec de petits ajustements aux ateliers.

La Figure 24.5 présente le plan général du bilan massique des solvants. La numérotation des flux en entrée et en sortie est tirée de la DES et est étendue pour distinguer les gaz résiduels provenant des cabines de peinture (O1.2) et les étuves de durcissement avec traitement de gaz résiduels (O1.1).

N°	Flux massique	Pertinence	Commentaires
I1	Entrée de solvants organiques	Importante	= 100 % (en général) COV dans les peintures, les diluants et les solvants de rinçage des pistolets de pulvérisation et des matériaux de nettoyage général
I2	Entrée de solvants organiques provenant du recyclage interne	Non	= 0 % (en général) Dans certains cas, les solvants sont réutilisés après purification interne. Si le solvant est recyclé par des opérateurs externes, il devrait être enregistré dans I1
O1	Émissions dans les gaz résiduels	Importante	= 60 – 95 % Émissions provenant : * des cabines d'application (O1.2) sans traitement * des émissions résiduelles après traitement des gaz résiduels (O1.1) (généralement des gaz résiduels provenant des étuves de durcissement, parfois des cabines de peinture)
O2	Solvants entraînés par les eaux usées	Faible	≤ 5 % Dépend de la quantité d'eaux usées et de la solubilité des COV dans l'eau
O3	Résidus de solvant sur la surface peinte des véhicules	Non	= 0 %
O4	Émissions diffuses	Non	= 0 % Les émissions diffuses ne pouvant pas être surveillées, ce flux massique est traité comme une partie de O1.2
O5	Solvants captés et détruits dans les systèmes de traitement des gaz résiduels	Importante	= 10 – 40 % Généralement l'incinération thermique des gaz résiduels de l'étuve du sécheur, parfois provenant aussi des gaz résiduels de la cabine
O6	Sortie de solvant en tant que déchet	Oui	= 5 – 10 % * en tant que mélange de peinture et de diluant * en tant que résidus de peinture
O7	Vendu en tant que produit	Non	= 0 %
O8	Solvants récupérés pour réutilisation ou stockés temporairement	Faible	≈ 0 % (généralement) (Solvants, peintures, qui sont déjà comptés comme entrée mais qui ne sont pas utilisés pendant la période de rapport)
O9	Toute autre sortie	Non	= 0 %

Tableau 24.9 : Flux en entrée/sortie dans des ateliers de peinture automobiles (selon la DES 1999/13/CE)

Les émissions totales dans l'air (E) peuvent être calculées pour les ateliers de peinture utilisant la méthode indirecte de la DES (1999/13/CE)

$$E = F + O1$$

avec

$$F = I1 + I2 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8 \text{ (émissions diffuses)}$$

$$E = I1 + I2 - O5 - O6 - O7 - O8$$

Dans des conditions normales de fonctionnement, cette équation équivaut à l'équation suivante :

$$E = I1 - O5 - O6$$

L'avantage de la méthode indirecte est que la surveillance directe de O1 (émissions dans les gaz résiduels) et de O4 (émissions diffuses) n'est pas nécessaire. O1 étant le flux le plus important de tous les flux en sortie, toutes les incertitudes de mesure de O1 ont un impact très important sur la précision d'ensemble de la surveillance. Généralement, la méthode indirecte est seulement applicable si les émissions diffuses (O4) peuvent être définitivement exclues.

Conclusion : La méthode du bilan massique est la manière la plus appropriée de surveiller les émissions de COV dans l'air. Elle prend en compte toutes les émissions diffuses, tel que requis par la DES. Les mesures coûteuses et peu fiables au point de rejet sont remplacées par une série de mesures et de calculs des flux massiques résiduels. Le résultat est complet, robuste, suffisamment précis et est obtenu à moindres frais.

24.5.2.1.3 Méthodes de détermination des flux massiques spécifiques

I1 Entrée de solvant

(a) Mesure directe de la consommation de tous les composés contenant des solvants (peinture, diluant, etc.)

(b) Calcul de l'entrée de solvant en utilisant les bases de données d'approvisionnement. La quantité de matières rejetée doit être identifiée et considérée.

Pour la méthode (a), des dispositifs de contrôle pour surveiller le niveau de remplissage des réservoirs de stockage doivent être installés et un traitement en ligne des données des signaux est recommandé. Les données de consommation peuvent être intégrées dans les systèmes informatiques de gestion de production existants et sont aussi disponibles pour les activités d'optimisation de performance. Pour la méthode (b), des données provenant des bases de données financières peuvent être utilisées.

Dans les deux cas, la connaissance de la teneur en solvants des peintures et des autres matières est cruciale et doit être demandée au fournisseur.

O2 Solvants entraînés par les eaux usées

Non seulement les particules de peinture, mais aussi les composés organiques volatils sont dissous dans le réservoir d'eau de l'épurateur de Venturi. Les eaux usées sont rejetées de ce système avec des concentrations de solvants jusqu'à l'équilibre de solubilité. Le plan de gestion des solvants de la DES 1999/13/CE présume que ce solvant a été émis complètement par le réseau d'assainissement ou la station d'épuration. Comme O2 est un flux massique relativement faible par rapport à O1 ou O5, il est insuffisant pour être traité comme une constante ou une fonction du volume des eaux usées.

O5 Solvant capté et détruit par le traitement des gaz résiduels

Le flux massique O5 est le résidu de solvant qui est émis en provenance de toute sorte de traitement des gaz résiduels dans l'air (O1.1, COV dans les gaz résiduels captés et traités) et l'entrée de solvant dans le flux de gaz brut (O5_{in}) dans cet équipement.

$$O5 = O5_{in} - O1.1$$

Les composés organiques volatils dans le flux des gaz résiduels des installations de traitement des gaz résiduels (O1.1) peuvent être mesurés par des méthodes en continu ou en discontinu. Selon la DES

1999/13/CE, des valeurs limites de 50 mg de $C_{\text{tot}}/\text{m}^3$ doivent être considérées pour ces émissions après les installations de traitement de l'air¹⁰.

Le rendement des systèmes de traitement de l'air est contrôlé via la surveillance de la température. La température de combustion, qui garantit un respect des valeurs limites dans toutes les conditions d'exploitation, est déterminée par les mesures de calibrage.

Le flux massique de COV provenant de chaque zone d'application en direction des équipements de réduction des émissions est proportionnel à la consommation de solvants du procédé de peinture dans la cabine. Donc (si $I2 \neq 0$) :

$$O5_{\text{in}} = I1 * f_c$$

Le facteur de report f_c décrit le rapport de la consommation de solvants dans la zone d'application avec l'entrée de COV dans les équipements de traitement des gaz résiduels de l'étuve du sécheur. Il est constant dans la plage de consommation de solvants pour un procédé donné d'application de peinture et une géométrie de cabine. Ce facteur devrait être recalculé seulement lorsque les procédés d'application, la technologie des matières ou la conception de la cabine (ou les systèmes d'extraction associés, etc.) sont changés.

O6 : Solvants organiques rejetés en tant que déchets

Le flux massique le plus important dans cette catégorie provient des solvants captés séparément des procédés de purge et de nettoyage (changement de couleur, purge du système de conduite circulaire, nettoyage général). La surveillance est réalisée en mesurant le volume du flux dans les entrées du réservoir ou en extrayant les données des documents de transport. Généralement, les solvants récupérés contiennent des quantités considérables de peinture, la détermination de la concentration de COV peut donc être nécessaire.

Des solvants sont aussi entraînés par les résidus de peinture. Les concentrations de COV dans les résidus de peinture devraient être établies et vérifiées autant que nécessaire.

Conclusion : La plupart des données de flux massiques qui doivent être établies sont constantes ou dépendent de la consommation de matériaux et d'autres paramètres facilement accessibles.

24.5.2.2 Détermination du débit de surface

24.5.2.2.1 Surface de véhicule

Conformément à la DES 99/13/CE, la surface traitée est définie ainsi : « l'aire calculée sur la base de la surface de revêtement électrophorétique totale et l'aire de toutes les parties qui sont éventuellement ajoutées lors d'étapes successives du traitement et qui reçoivent le même revêtement que celui utilisé pour le produit en question, ou l'aire totale du produit traité dans l'installation. »

La surface du revêtement par électrophorèse est calculée en utilisant la formule :

$$A_t = (2 \times m_t) / (b_t \times d_t) [\text{m}^2]$$

avec

m_t = poids total de la caisse de carrosserie brute

b_t = épaisseur moyenne de la feuille de métal

d_t = densité de la feuille de métal

Cette méthode peut aussi être appliquée à d'autres pièces enduites. Des méthodes alternatives (par exemple en utilisant des données de la CAO) sont aussi applicables.

L'indice t indique que différents types de carrosseries ont différentes surfaces :

$$A_{\text{veh}} = \sum_{t=1}^n A_t \times n_t [\text{m}^2]$$

¹⁰ Une valeur limite de 50 mg de $C_{\text{tot}}/\text{m}^3$ correspond à environ 70 mg de COV/ m^3 .

Conclusion : La détermination correcte de la surface de revêtement par électrophorèse pour chaque modèle de voiture est très importante. La procédure devrait être documentée et les exploitants doivent avoir conscience que toutes les données pertinentes peuvent être vérifiées par les autorités compétentes.

24.5.2.2 Nombre de véhicules par période de temps

La méthode du bilan massique – sur laquelle est basée la surveillance des émissions de COV dans l'industrie automobile, conformément à la Directive relative aux émissions de solvants 99/13/CE – nécessite le calcul de la surface peinte totale des carrosseries. Le nombre de voitures prises en compte est le nombre de voitures enduites dans l'atelier de peinture et livrées (en tant que « produit » du procédé de peinture) à la ligne d'assemblage final.

Les véhicules qui doivent donc être peints une seconde fois (second passage) ne sont pas comptés deux fois et les émissions de solvant supplémentaires dues à la repeinture sont assignées au nombre d'origine de véhicules. De même, les carrosseries qui sont jetées à la ferraille ne sont pas comptabilisées.

Conclusion : Les données de production de véhicules telles que décrites ci-dessus sont disponibles à partir des systèmes de contrôle de production, il n'y a donc aucune dépense supplémentaire engagée par les exigences de contrôle des émissions.

24.5.2.3 Échelle de temps de la représentation du bilan massique

24.5.2.3.1 Valeurs limites basées sur de courtes périodes de moyenne

Il faudrait garder à l'esprit que pour des raisons techniques comme pratiques, il y a toujours un laps de temps entre la mesure et le calcul des émissions de solvants et la détermination du nombre de véhicules en tant que pré-requis pour le calcul de la surface de référence. Une valeur limite sur une courte période de moyenne ne peut donc pas être surveillée de manière adéquate.

Tous les ateliers de peinture fonctionnent avec des systèmes de Venturi pour retirer les particules de peinture de l'air effluent. Les solvants sont dissous dans l'eau (en particulier avec les peintures à base d'eau) et pompés de manière répétée dans le système. Ces solvants dissous dégagent des émissions de COV résiduelles même si aucun véhicule n'est peint et que seul l'air propre du système de conditionnement de la cabine est aspiré dans le système de Venturi.

Il existe de longues périodes où des émissions ont lieu mais où aucun ou peu de véhicules sont peints. Cela est dû aux pauses de la production, au nettoyage périodique des cabines et des équipements d'application ou au démarrage de la production après les arrêts du week-end. La valeur d'émission, définie comme le rapport des émissions et de la surface, augmente à de fortes valeurs ou à des valeurs infinies, même si la quantité absolue d'émissions de solvant est plutôt faible.

Une définition de la valeur limite d'émission par moyenne horaire, moyenne quotidienne ou moyenne de quart de travail donnerait des valeurs très fluctuantes en raison de ces effets. Les valeurs d'émission excèderont souvent formellement les valeurs limites si le flux massique de solvant en termes de grammes est très faible (la valeur en m^2 étant faible ou nulle). Le calcul des données d'émissions de solvants en g/m^2 pour des échelles de temps inférieures à un mois ne donnerait pas de valeurs représentatives.

Conclusion : Les valeurs limites d'émission basées sur des périodes de moyenne courtes ne peuvent pas être surveillées de manière adéquate. Les valeurs d'émission étant un rapport entre le flux massique de COV et le taux de production, des fluctuations importantes peuvent être enregistrées, qui ne donneraient pas d'informations significatives sur l'impact environnemental.

24.5.2.3.2 Valeur limite basée sur une valeur moyenne annuelle

Une période de référence d'une année correspond très bien au caractère de cette valeur limite en tant que paramètre définissant la qualité environnementale du procédé de peinture. En fait, le bilan de solvant de la Directive relative aux émissions de solvants nécessite une moyenne des données à une échelle annuelle. Toutes les situations de production classiques sont moyennées et la performance d'ensemble de l'atelier de peinture est surveillée.

Il n'y a aucune raison toxicologique de limiter, et donc de surveiller, les fluctuations sur de courtes périodes des émissions de COV.

Conclusion : La moyenne annuelle est appropriée comme période de référence pour la limite des émissions des ateliers de peinture.

24.6 Quelques valeurs limites de la Directive relative aux émissions de solvants

En raison de la complexité de la Directive relative aux émissions de solvants [123, EC, 1999], et en s'assurant que les activités dans cette Directive s'appliquent aux industries de ce document de référence, certaines données pour quelques industries sont fournies ci-dessous :

Activité 7 de la DES, prélaquage :

Les valeurs limites de la DES sont :

- * la réduction des émissions de COV à 50 mg de C/m³ pour les émissions de gaz résiduels ou à 150 mg de C/m³ lorsque les solvants sont récupérés des gaz résiduels et :
 - o pour les nouvelles installations : 5 % des émissions diffuses
 - o pour les installations existantes : 10 % des émissions diffuses
- * si un schéma de réduction est utilisé, diminuer les émissions globales :
 - o pour les nouvelles installations : 0,3 kg de COV par kg de produits non volatils consommés
 - o pour les installations existantes : 0,45 kg de COV par kg d'extraits secs.

Activité 8 de la DES, autres revêtements, y compris le métal, le plastique, le textile, etc.

Les valeurs limites de la DES sont :

- * la réduction des émissions de COV à 50 mg de C/m³ pour le séchage et à 75 mg de C/m³ dans les gaz résiduels pour l'application de revêtement et à 20 % de la consommation de solvants pour les émissions diffuses, ou
- * si un schéma de réduction est utilisé, la diminution des émissions globales à 0,375 kg de COV par kg de produits non volatils consommés.

Emballage métallique (voir aussi l'Activité 8) :

Dans la DES, deux manières de respecter la réglementation sont disponibles : les valeurs limites d'émission et les schémas de réduction de solvant. Les procédés d'emboutissage-étirage (EE) sont capables d'utiliser des matériaux de substitution pour satisfaire la réglementation via les schémas de réduction de solvant [76, TWG, 2004].

Les valeurs limites de la DES sont :

- * la réduction des émissions de COV à 50 mg de C/m³ pour le séchage et à 75 mg de C/m³ pour l'application de revêtement dans les gaz résiduels et à 20 % de la consommation de solvants pour les émissions diffuses, ou
- * si un schéma de réduction est utilisé :
 - o pour les applications non alimentaires, la diminution des émissions globales à 0,375 kg de COV par kg de produits non volatils consommés
 - o pour les revêtements en contact avec des aliments, la diminution des émissions globales à 1,165 kg de COV/kg d'extraits secs.

Activité 10 de la DES, revêtement du bois

Les valeurs limites de la DES sont :

- * la réduction des émissions de COV à 50 mg de C/m³ pour le séchage et à 75 mg de C/m³ pour l'application de revêtement dans les gaz résiduels et à 20 % de la consommation de solvants pour les émissions diffuses ou
- * si un schéma de réduction est utilisé, la diminution des émissions globales à 0,375 kg de COV par kg de produits non volatils consommés.

Activité 12 de la DES, préservation du bois

Les valeurs limites de la DES sont :

- * la réduction des émissions de COV à 100 mg de C/m³ dans les gaz résiduels (pas avec la créosote) et à 45 % de la consommation de solvants pour les émissions diffuses ou
- * 11 kg/m³ des émissions totales de COV

- * si un schéma de réduction est utilisé, la diminution des émissions globales à 0,75 kg de COV par kg de produits non volatils consommés.

24.7 Calcul du PCOP effectif

Voir Section 20.10.2.

Références : Le label écologique SWAN (labellisation des produits de maintenance des voitures et des bateaux, www.Svanen.nu) [169, Lemoine, 2006] [170, Tempany and Lemoine, 2006].

Le concept PCOP (ou d'autres échelles de réactivité, comme le MIR) est basé sur la supposition que cent pour cent du solvant s'évapore directement lors de l'exposition à l'air. Cela ne s'applique pas à plusieurs substances chimiques car le taux d'évaporation varie selon les substances. Afin de pouvoir évaluer la création d'ozone de la quantité réelle qui finit dans l'atmosphère (sur une période raisonnable), le PCOP d'une substance devrait être comparé à son taux d'évaporation relatif (TE). Le TE est basé sur la pression de vapeur de la substance et sur sa diffusion dans l'air, et est calculé en divisant le taux d'évaporation pour la substance en question par le taux d'évaporation pour une substance de référence. L'acétate de butyle est utilisé comme substance de référence.

Cependant, le calcul est long et peut être fastidieux pour plusieurs substances dans un mélange dans différentes conditions (voir le calcul, ci-dessous).

Un substitut approximatif est d'utiliser la pression de vapeur multipliée par le PCOP (ou une autre échelle de réactivité). Pour le différencier du potentiel de création d'ozone effectif (APOCP_e, voir ci-dessous), appelons cela le PPFO, le Produit Photochimique de Formation d'Ozone, où PFO correspond à Potentiel de Formation d'Ozone, généralement PCOP :

$$\text{PPFO} = (\text{pression de vapeur}) \times (\text{PFO})$$

et

$$n \sum 1 [\text{PPFO total}]_{\text{total}} = \sum [\text{PPFO } 1]_1 + [\text{PPFO } 2] + \dots [\text{PPFO } n]$$

Où :

$[\text{PPFO}_1]_1$ est la concentration (ou la masse ou le pourcentage) de Substance 1 avec un Rapport de Formation d'Ozone Photochimique $1 = \text{Concentration}_1 \times (\text{pression de vapeur})_1 \times (\text{PFO})_1$, etc.

$[\text{PPFO}_{\text{total}}]_{\text{total}}$ est le Produit Photochimique de Formation d'Ozone pour n substances dans un mélange donné (ou une seule substance lorsque $n = 1$)

Lorsque la concentration est exprimée en % (m/m), le $\text{PPFO}_{\text{total}}$ doit être multiplié par 100. Pour arriver à une échelle de comparaison adéquate, les paramètres sont le mieux exprimés en :

- * pression de vapeur (PV) en kPa (varie d'environ 0,001 à 50 kPa). Les PV de plus d'un solvant devraient toutes être exprimées à la même température
- * concentration en pourcentage (de 0 à 100)
- * si le PCOP est l'unité, utiliser une échelle d'éthylène = 100, la plage est alors d'environ 10 à 140.

Exemples de calculs :

Formule 1				
	* Xi (%)	PV (KPa)**	PCOP	Valeur PPFO
Xylène	40	0,87	110	3828
PPFO _{total}				3828
* (Xi) concentration de la substance dans la formule.				
** À 20 °C.				

Tableau 24.10 : Exemple 1 de calcul du PCOP effectif

Formule 2				
	* Xi (%)	PV (KPa) **	PCOP	Valeur PPFO
Acétate de n-butyle	20	1,529	27	826
White spirit déaromatisé	20	0,46	41	377
[PPFO _{total}] _{total}				1203
* (Xi) concentration de la substance dans la formule. ** À 20 °C.				

Tableau 24.11 : Exemple 2 de calcul du PCOP effectif

Calcul d'un taux relatif d'évaporation (TE) et de l'APOCP_e

(provenant du label écologique Swan : labellisation des produits de maintenance des voitures et des bateaux) :

Le taux d'évaporation (F) d'une substance peut être calculé selon la première loi de Fick :

$$F = D \times (dC/dZ) \text{ (I)}$$

où :

- * D est la constante de diffusion de la substance dans l'air
- * dC/dZ est le gradient de concentration provenant d'une zone où la substance existe à l'air libre, et peut être calculé en utilisant la loi générale des gaz qui suit :

$$dC/dZ = (P \times Mw)/(RT \times 106) \text{ (II)}$$

où :

- * R = 8,32 J K⁻¹ mol⁻¹
- * T = température absolue
- * dZ = 1 cm

Si la constante de diffusion est fournie en cm² s⁻¹, F peut être exprimée en g cm⁻²s⁻¹.

$$RA_i = F_i/F_{\text{acétate de butyle}}$$

Selon les équations I et II, l'acétate de butyle a un taux d'évaporation (F) de 4 x 10⁻⁶ g cm⁻² s⁻¹ à 20 °C.

Substance	TE
Éther 2-propylène glycol-1-méthyle	0,84
Alcool isopropylique	2,5
Acétate de butyle (référence)	1,0

Tableau 24.12 : Exemples de taux relatifs d'évaporation (TE) pour une sélection de COV

La multiplication du potentiel absolu de création d'ozone d'une substance par son taux relatif d'évaporation (TE) fournit une mesure du potentiel de création d'ozone effectif, l'APOCP_e :

$$APOCP_{e,i} = APOCP_i \times TE_i$$

Exemple de calcul. Détermination de l'APOCP_{e, alcool isopropylique} dans un environnement A

$$APOCP_{e, \text{alcool isopropylique}} = 0,06 \times 2,5 = 0,15$$

Substance	A	B	C	D	E
Éther 2-propylène glycol-1-méthyle	0,08	0,18	0,12	0,18	0,52
Alcool isopropylique	0,15	0,38	0,25	0,4	1,2
COV de référence	0,11	0,27	0,17	0,27	0,84

Tableau 24.13 : Exemple d'APOCP_e pour une sélection de COV et un COV de référence dans cinq environnements différents A, B, C, D et E

L'APOCP est le même nombre que le PCOP dans le calcul précédent.

24.8 Coûts sociaux marginaux du changement climatique

Un rapport récent [116, AEA, et al., 2005] passe en revue les opinions actuelles sur les coûts sociaux du changement climatique exprimés en EUR/t de CO₂. Une étude récente est citée, fournissant une moyenne de 25 EUR/t de CO₂ avec 95 percentiles sur 96/t de CO₂. D'autres chercheurs citent des chiffres de l'ordre de < 12 à < 20 EUR/t de CO₂. Le rapport montre que ces chiffres sont basés sur des données concernant les effets du marché et qui ignorent les implications sociales plus larges et les effets catastrophiques d'une augmentation plus importante de la température du climat : ces coûts sont plus difficiles à déterminer et il est plus difficile de s'accorder dessus.

Différents scénarios de stabilisation ont des coûts différents :

- * un taux d'augmentation faible de la température du climat : < 15 EUR/t de CO₂
- * un taux d'augmentation rapide de la température du climat : 30 – 140 EUR/t de CO₂.

Cependant, le rapport [116, AEA, et al., 2005] a examiné ces zones et estimé pour 2002 des chiffres de :

- * une limite basse de 15 EUR/t de CO₂
- * une estimation centrale illustrative de 20 à 25 EUR/t de CO₂, augmentant à 30 EUR/t de CO₂ en 2020
- * une estimation centrale haute de 80 EUR/t de CO₂.

À partir de ces chiffres, une estimation centrale de 30 EUR/t de CO₂ a été dérivée pour ce document, pour comparer avec les dégradations marginales des COV par tonne d'émission de l'évaluation de la rentabilité de CAFE (voir le BREF ECM [97, EIPPCB, 2005]).

Il s'agit d'un domaine d'intérêt politique majeur et un développement de la science économique en cours. Par exemple, voir l'Étude Stern sur la science économique environnementale [176, Stern, 2006]. À partir de cet intérêt, la tendance serait d'inclure les implications sociales les plus larges et les effets catastrophiques qui sont associés avec le changement climatique, mais pas les autres impacts environnementaux (comme ceux associés aux COV, où les coûts sociaux marginaux incluent totalement les impacts clés, principalement sanitaires). Ces facteurs augmentent de manière significative les coûts sociaux par tonne de CO₂.

24.9 Efficacité d'élimination des techniques de traitement des gaz résiduaire

[148, TWG, 2006] [183, Verspoor et TWG, 2006]

Techniques au point de rejet : descriptions et considérations concernant l'applicabilité

Les descriptions et les considérations concernant l'applicabilité ci-dessous sont fournies seulement pour donner une vue d'ensemble. Voir les sections adéquates dans le Chapitre 20 de ce document pour des informations supplémentaires. Les informations dans cette annexe seule ne peuvent pas servir de base pour la sélection d'une technique de réduction adaptée.

Technique au point de rejet et description	Conditions d'applicabilité	Applicable :
Oxydation thermique Les gaz résiduaire sont chauffés par brûlage de gaz naturel. Il n'y a aucune tentative de récupération de chaleur pour réduire la consommation d'énergie	La technique d'oxydation la plus simple avec l'investissement en capital le plus faible. Fonctionnement autothermique seulement à des niveaux de concentration supérieurs à 25 % de la LIE. La consommation d'énergie électrique la plus faible pour le ventilateur principal. La consommation relative de gaz la plus élevée. Étant la technique la plus simple, elle nécessite relativement peu de maintenance et le temps d'immobilisation le plus réduit. Un démarrage rapide (0,5 à 1 h), mais nécessite une température de fonctionnement stable. La poussière non organique doit être retirée ($< 3 \text{ mg/m}^3$) avant l'unité d'oxydation, bien que cette technique soit plus tolérante à la poussière que les autres.	Pour une utilisation en intermittence (quelques jours par semaine ; des flux d'air très variables ; système à une équipe de travail, etc.). Lorsque les coûts en capital sont bien plus pertinents que les coûts d'exploitation ou en combinaison avec d'autres technologies de réduction pour des unités polyvalentes ou pour des débits d'air $< 2\,000 \text{ m}^3/\text{h}$. Pour des plages de concentrations entre 5 et 16 g/m^3 , des températures élevées des gaz résiduaire en entrée et dans les situations où le flux de gaz et les concentrations de solvants sont relativement constants. Le fonctionnement à des niveaux de concentration supérieurs à la LIE est aussi possible.
Oxydation récupérative Similaire à l'oxydation thermique mais avec un échangeur thermique qui préchauffe les gaz résiduaire entrants avec la chaleur des gaz évacués. Réduit la consommation de gaz, mais l'échangeur thermique nécessite un investissement plus important	Avec un échangeur thermique au rendement maximal (environ 76 %), le fonctionnement autothermique est possible à des concentrations de solvants approchant les 10 g/m^3 (acétate d'éthyle ou éthanol) ou plus. La concentration autothermique dépend de la valeur calorifique du solvant. La consommation d'énergie électrique du ventilateur principal est plus élevée que dans le cas d'une oxydation thermique. La consommation de gaz est inférieure. Une technique d'oxydation simple, mais avec un investissement relativement important dû à la teneur importante en acier. Démarrage quasiment instantané (0,5 à 1 h). L'efficacité d'élimination est limitée par la température maximale de fonctionnement qui est déterminée par l'intégrité mécanique de l'échangeur thermique. L'échangeur thermique a une durée de vie limitée et nécessite une maintenance substantielle à cause de la corrosion et des contraintes thermiques. Les échangeurs thermiques peuvent facilement être bloqués par l'accumulation de poussière dans les tubes, et le rendement sera réduit en raison de l'encrassement partiel, augmentant les coûts d'investissement et de fonctionnement. Cependant, la technique est plus tolérante à la poussière que les autres, et il existe des techniques pour éliminer les blocages (soufflage d'air, nettoyage en chaîne,	Pour une utilisation en intermittence (une ou deux équipes de travail), mais lorsque la réduction de la consommation de gaz justifie un coût en capital et de l'énergie électrique supplémentaires. Lorsque le fonctionnement autothermique est possible, mais que l'excédent d'énergie ne peut pas être utilisé dans l'installation comme une alternative à l'oxydation régénérative.

Technique au point de rejet et description	Conditions d'applicabilité	Applicable :
	chute de billes, etc.).	
Oxydation catalytique Les températures d'oxydation sont inférieures, environ 280 – 450 °C (au lieu de 800 °C). Souvent équipée d'un échangeur thermique. Réduit la consommation de gaz, mais les catalyseurs et les échangeurs thermiques conduisent à des investissements supérieurs. Le catalyseur peut nécessiter de la maintenance et occasionnellement un remplacement qui se rajoute au coût d'exploitation et au temps d'immobilisation.	Avec un échangeur thermique efficace (rendement maximum possible de 87 %), le fonctionnement autothermique est possible à des concentrations d'environ 5 g/m ³ ou plus (selon la valeur calorifique du solvant). La température maximale possible du catalyseur limite la concentration en entrée à environ 8 g/m ³ . La consommation d'énergie électrique du ventilateur principal est plus élevée que dans le cas d'une oxydation thermique. Avec des concentrations de solvants inférieures à 25 % de la LIE, cette consommation de gaz sera plus faible que dans le cas de l'oxydation récupérative. Le catalyseur rend cette technique d'oxydation moins simple, mais toujours avec un investissement relativement faible. Démarrage quasiment immédiat (1h pour préchauffer le catalyseur), mais des arrêts trop fréquents peuvent endommager le vecteur du catalyseur. Le catalyseur s'ajoute au besoin de maintenance et augmente le temps d'immobilisation. Certains solvants ou particules de poussières empoisonnent le catalyseur et conduisent au remplacement prématuré et coûteux du catalyseur. Le catalyseur et le vecteur doivent être adaptés à la composition des gaz résiduels, à la température requise et à l'efficacité d'élimination attendue. Un catalyseur usagé peut devoir être rejeté comme déchet dangereux, bien que le matériau du catalyseur puisse souvent être recyclé. Très sensible à la présence de poussière et de gouttelettes dans les gaz résiduels. Sensible aux changements de la concentration en entrée.	Utilisée seulement lorsque tous les solvants qui doivent être oxydés sont connus comme n'empoisonnant pas le catalyseur et lorsque la température en entrée n'est pas trop élevée pour le catalyseur. Lorsque le fonctionnement autothermique est possible, mais que l'excédent d'énergie ne peut pas être utilisé dans l'installation comme une alternative à l'oxydation régénérative.
Oxydation régénérative : 2 lits La chambre d'oxydation est située entre deux lits de céramique. Les gaz résiduels passent à travers un lit avant d'entrer dans la chambre d'oxydation et sortent par l'autre lit. La direction du flux des gaz résiduels change toutes les 1 à 5 minutes. Un lit préchauffe les gaz résiduels, l'autre accumule la chaleur provenant de l'échappement. Pendant le changement, des gaz résiduels chargés de solvant sont émis pendant quelques secondes. Réduit de manière drastique la consommation de combustible. Augmente le besoin d'énergie électrique en raison de la plus grande résistance de l'air dans les lits de céramique.	Avec un rendement élevé de l'échangeur thermique (maximum possible de 96 %), le fonctionnement autothermique est possible à partir de concentrations de solvants de 2 g/m ³ et plus (selon la valeur calorifique du solvant, par exemple 2,2 g/m ³ pour l'acétate d'éthyle). Le préchauffage après des périodes d'arrêt peut, cependant, conduire à une consommation considérable de gaz. La consommation d'énergie électrique du ventilateur principal est plus élevée que dans le cas des autres oxydants en raison de l'importante chute de pression dans les lits de céramique. Lorsque la concentration de solvant dans les gaz résiduels est plus importante que la concentration autothermique, de la chaleur en excès est produite. Elle peut être récupérée. Lorsque la chaleur en excès n'est pas récupérée en permanence et que les concentrations sont variables, l'efficacité de l'échangeur thermique peut devoir être réduite pour éviter la surchauffe des lits de céramique lorsque des concentrations importantes apparaissent. Cela mène à une concentration autothermique plus importante et à la nécessité d'ajouter du gaz naturel pendant les périodes de faible concentration des solvants. Les capteurs complexes et les grandes vannes nécessaires pour changer de manière répétée la direction du flux d'air impliquent des équipements complexes et le besoin de personnel qualifié.	Convient spécifiquement à un fonctionnement continu ou quasi continu lorsque la plupart du temps les concentrations de solvants dans les gaz résiduels sont supérieures à la concentration autothermique et que les concentrations de solvants ne varient pas significativement.

Technique au point de rejet et description	Conditions d'applicabilité	Applicable :
	<p>Des coûts de maintenance plus élevés et des temps d'immobilisation plus longs que pour les autres techniques d'oxydation. Tous les 1 ou 2 ans, 2 à 3 jours sont nécessaires pour la maintenance.</p> <p>Nécessite un préchauffage avant le démarrage, les lits de céramique se refroidissant pendant les arrêts (après 36 heures d'arrêt, 1 à 2 heures sont nécessaires pour le préchauffage).</p> <p>L'efficacité d'élimination est inférieure de quelques pourcents par rapport au système à 3 lits (voir ci-dessous) en raison des émissions durant le changement de direction du flux de gaz résiduels.</p> <p>Lorsque les limites d'émission au point de rejet exprimées en mg de C/m³ en moyenne sur une courte période de temps s'appliquent, les émissions pendant le changement de direction du flux de gaz résiduels peuvent conduire à une concentration moyenne en sortie qui excède les valeurs limites si la concentration en entrée est supérieure à environ 3 g/m³.</p> <p>Le régénérateur est rapidement bloqué par la poussière. Il est possible de le faire fonctionner avec de faibles concentrations de poussière, mais les lits régénérateurs nécessitent une structure différente (garnissage structuré, nid d'abeilles au lieu de selles de Berl) avec des coûts et un rendement différents.</p>	
<p>Oxydation régénérative : 3 lits</p> <p>Le principe est le même que celui du système à 2 lits. Le troisième lit sert à éviter les émissions d'air chargé de solvant lors du changement de direction du flux de gaz résiduels</p>	<p>(Par rapport au système à 2 lits)</p> <p>Un investissement environ 25 % supérieur à celui du système à 2 lits.</p> <p>Des émissions inférieures.</p> <p>Un coût de préchauffage plus important.</p> <p>Une consommation d'électricité environ 10 % plus importante en raison du ventilateur plus grand nécessaire à la purge.</p> <p>L'efficacité d'élimination est supérieure de quelques pourcents par rapport au système à 2 lits en raison de la prévention des émissions lors du changement de direction du flux de gaz résiduels.</p> <p>Un brûlage en ligne est possible pour retirer les particules collantes.</p>	<p>(Par rapport au système à 2 lits)</p> <p>Plus adapté à des concentrations entre 1 et 12 g/m³, en particulier s'il y a une variation de concentration pendant la période de production.</p> <p>Plus adapté à des fonctionnements importants continus avec des concentrations de solvants dans les gaz résiduels bien au-dessus de la concentration autothermique.</p> <p>Lorsque la réduction des émissions obtenue justifie les coûts d'investissement et d'exploitation supplémentaires.</p>
<p>Autres techniques d'oxydation</p> <p>(Non incluses dans les calculs d'efficacité d'élimination)</p>		
<p>Chauffage du procédé</p> <p>Les gaz résiduels à traiter sont envoyés vers un chauffage existant (par exemple une chaudière) comme air de combustion et combustible d'appoint</p>	Un chauffage adapté doit être disponible et fonctionner et être capable de recevoir des gaz résiduels lorsqu'ils sont produits.	
<p>Oxydant sans flamme</p> <p>Un oxydant sur lit à garnissage dans lequel le front de combustion est maintenu dans une position prédéterminée dans le garnissage céramique</p>	<p>Système intermédiaire entre l'oxydant thermique et l'oxydant régénérateur. Faible consommation de combustible à l'arrêt. Une température de combustion relativement faible (800 à 850 °C).</p> <p>Sensible à la présence de poussière.</p>	
Oxydants régénérateurs à un lit	Généralement des systèmes à faible capacité.	

Technique au point de rejet et description	Conditions d'applicabilité	Applicable :
La direction du flux de gaz résiduels alterne sur un lit au lieu de deux ou trois		
Adsorption (sur un solide)		
<p>Adsorption régénérative sur charbon actif</p> <p>Les gaz résiduels à faible température traversent un lit de charbon actif. Le solvant est adsorbé dans le charbon actif. Lorsque le charbon est saturé, le flux de gaz résiduels est redirigé vers un second lit de charbon. Le lit saturé est désorbé par chauffage. La chaleur rejette les solvants du charbon à une concentration tellement élevée qu'elle permet la condensation de ces solvants</p>	<p>La désorption doit être réalisée dans une atmosphère avec peu ou pas d'oxygène. De la vapeur d'eau, de l'azote ou de l'air chaud sans oxygène peuvent être utilisés. Après la condensation du solvant, des techniques complexes peuvent être nécessaires pour que les solvants récupérés puissent être réutilisés. Ces techniques dépendent du solvant récupéré.</p> <p>Quelques exemples : dans le cas du toluène et du xylène, la désorption est réalisée avec de la vapeur d'eau et une simple condensation suffira. Dans le cas de l'acétate d'éthyle, la désorption est réalisée avec de l'azote. La déshydratation avec des tamis moléculaires et plusieurs étapes de distillation par la suite sont nécessaires pour retirer les sous-produits et les solvants secondaires comme l'acide acétique, les traces d'éthanol et les solvants à faible volatilité.</p> <p>Les caractéristiques d'adsorption des solvants diffèrent énormément, la taille des adsorbants (et donc non seulement l'investissement mais aussi la consommation d'énergie et de gaz inertes) est en grande partie déterminée par le type de solvant. (Exemples : le toluène et le xylène nécessitent des adsorbants relativement « petits ». L'éthanol nécessite un adsorbant 25 % plus grand que celui de l'acétate d'éthyle).</p> <p>Certains solvants réagissent avec le charbon actif et peuvent provoquer un incendie. La MEC en fait partie, mais il existe des techniques pour empêcher ces réactions et pour récupérer la MEC sans danger.</p> <p>Certains solvants à faible volatilité peuvent adhérer au charbon actif de manière permanente et rapidement réduire la capacité d'adsorption, avec pour résultat le remplacement prématuré du charbon actif.</p> <p>Le charbon actif adsorbe aussi efficacement l'eau. Les flux de gaz résiduels à haute teneur en humidité ne sont donc pas adaptés.</p> <p>Les coûts d'investissement et d'exploitation sont considérablement plus élevés que dans le cas de l'oxydation. Cela est plus évident lorsque les charges de solvant sont inférieures à 1 000 tonnes par an.</p> <p>Il existe des alternatives avec des couches de charbon en mouvement, mais elles ne sont pas utilisées couramment.</p> <p>La consommation d'énergie électrique du ventilateur principal est plus élevée que dans le cas des autres oxydants en raison de la résistance plus importante des lits au charbon actif. De grands ventilateurs à faible vitesse d'air sont nécessaires pour empêcher l'éclatement du charbon actif.</p> <p>Les équipements complexes nécessitent un personnel technique spécialement formé.</p> <p>Un fonctionnement très fiable et des temps d'immobilisation très faibles sont la norme.</p> <p>Les coûts importants comparés à ceux de l'oxydation et la valeur faible sur le marché des solvants récupérés nécessitent une réutilisation des solvants dans la</p>	<p>Doit seulement être considéré lorsque le solvant récupéré peut être réutilisé dans l'installation ou vendu à une valeur de marché égale à celle des solvants « frais ». (La vente des solvants récupérés ne rapporte pas plus de 50 % du prix d'origine).</p> <p>Lorsque plusieurs centaines de tonnes de toluène ou de xylène sont utilisées comme solvant unique, cette technique peut toujours être envisagée.</p> <p>Pour les autres solvants, des quantités annuelles plus importantes sont nécessaires pour rendre cette option viable.</p> <p>En particulier lorsqu'il y a des mélanges de plusieurs solvants différents, de nombreuses complications peuvent devoir être résolues avant de pouvoir utiliser cette technique avec succès. Cependant, il existe des solutions techniques pour la plupart de ces problèmes pratiques. Le résultat final peut être trop compliqué et coûteux.</p>

Technique au point de rejet et description	Conditions d'applicabilité	Applicable :
	même installation afin que la récupération de solvant soit une option viable. Le seuil de rentabilité entre l'oxydation et la récupération dépend évidemment du prix du solvant récupéré et des techniques nécessaires. Pour le toluène et le xylène, la récupération peut être plus économique que l'oxydation à partir d'une consommation de solvants de 100 t/an. Pour l'acétate d'éthyle, la MEC et l'éthanol, le seuil de rentabilité par rapport à l'oxydation a été calculé comme étant possible à partir de 500 à 1 000 tonnes par an environ. Ne fonctionne pas avec des concentrations élevées de poussière inorganique.	
Adsorption sur polymère Les gaz résiduels à faible température passent à travers un lit en mouvement de grains d'un polymère spécial. Le solvant est adsorbé dans le polymère. Le polymère saturé est désorbé par chauffage. La chaleur rejette les solvants du polymère à une concentration tellement élevée qu'elle permet la condensation des solvants	La désorption est réalisée avec de l'air chaud. Les concentrations sont supérieures à la limite supérieure d'explosion pour éviter les accidents. Après la condensation du solvant, des techniques complexes peuvent être nécessaires pour que les solvants récupérés puissent être réutilisés. Ces techniques dépendent du solvant récupéré. Les caractéristiques d'adsorption des solvants diffèrent énormément, la quantité de polymère nécessaire est en grande partie déterminée par le type de solvant. Le polymère étant la partie la plus coûteuse de l'équipement (10 à 20 fois le coût du charbon actif), cette technique est connue comme n'étant adaptée que pour quelques solvants. Les polymères n'adsorbant pas l'eau, le système peut être utilisé pour des gaz résiduels à forte teneur en humidité. De plus, aucune déshydratation du solvant récupéré n'est nécessaire. L'équipement est très simple. De grands ventilateurs à faible vitesse d'air sont nécessaires pour empêcher l'éclatement du charbon actif. Un fonctionnement très fiable et des temps d'immobilisation très faibles sont possibles. Ne fonctionne pas avec des concentrations élevées de poussière inorganique.	Aucun exemple d'application réussie n'est connu dans les industries entrant dans le domaine d'application de ce document
Autres techniques d'adsorption (Non incluses dans les calculs d'efficacité d'élimination)		
Épuration à l'huile L'efficacité d'élimination des COV est généralement relativement faible. Principalement utilisé pour la réduction des émissions des matières inorganiques et des odeurs		
Sorption froide Nettoyage avec un absorbant réfrigéré. Combine l'absorption et la condensation		
Épuration à l'eau Plusieurs types existent. Les gaz résiduels passent à travers un rideau d'eau ou un brouillard d'eau. Particulièrement adapté pour		COV solubles dans l'eau.

Technique au point de rejet et description	Conditions d'applicabilité	Applicable :
l'élimination de gouttelettes et de la poussière. Un traitement des eaux usées est nécessaire.		
Condensation		
Condensation à température ambiante, pas de sécheur à gaz inerte (Non incluse dans les calculs d'efficacité d'élimination) Les gaz résiduels sont refroidis jusqu'à une température au-dessus du point de congélation. Les solvants à faible volatilité se condensent. Les solvants à haute volatilité, cependant, ne sont pas condensés efficacement	L'équipement est très simple et peu coûteux. Aucune information sur les coûts d'exploitation.	Aucun exemple d'application réussie n'est connu dans les industries entrant dans le domaine d'application de ce document.
Condensation avec sécheur à gaz inerte Dans un système de séchage fermé contenant un gaz inerte (généralement de l'azote), la concentration de solvant peut augmenter de plusieurs centaines de grammes par m ³ . Le gaz inerte passe par un condenseur où une partie des solvants sont condensés approximativement à la température ambiante. Le gaz inerte avec une teneur en solvants réduite est renvoyé dans le sécheur. Le condenseur est souvent refroidi avec l'azote liquide qui est également nécessaire pour remplir le système de séchage.	Les sécheurs sont évidemment plus chers que les sécheurs traditionnels. Les coûts d'exploitation dépendent dans une large mesure de la quantité d'azote utilisée. L'azote est principalement utilisé lorsque le sécheur a besoin d'être ouvert, par exemple en cas de changements de tâches. Lorsque des mélanges de solvants sont utilisés, des techniques complexes peuvent être nécessaires pour que les solvants récupérés puissent être réutilisés. Comme les sécheurs ont besoin d'être aussi étanches que possible, la technique ne peut être appliquée que pour le séchage de substrats fins et réguliers pouvant passer dans le sécheur sans fuites importantes à l'entrée et à la sortie.	La technique n'est applicable que lorsqu'il n'est pas nécessaire d'ouvrir le sécheur pendant plusieurs jours consécutifs.
Autres techniques de condensation (Non incluses dans les calculs d'efficacité d'élimination)		
Condensation réfrigérée Le gaz résiduel est refroidi à une température inférieure à 0 °C. Du gel apparaît et un dégivrage régulier est nécessaire. Pour ce faire, il y a généralement deux condenseurs. Une étape de condensation à des températures supérieures à 0 °C est	Les coûts d'exploitation sont élevés et augmentent si une température de condensation inférieure est nécessaire.	Principalement pour le recyclage des solvants à coûts supérieurs. Faibles flux d'air avec des concentrations élevées.

Technique au point de rejet et description	Conditions d'applicabilité	Applicable :
utilisée en amont pour réduire la teneur en eau des gaz résiduaux.		
Condensation cryogénique Condensation à des températures très basses, généralement en utilisant de l'azote liquide.		Principalement pour le recyclage des solvants à coûts supérieurs. Faibles flux d'air avec des concentrations élevées.
Traitement biologique		
Traitement biologique (Non inclus dans les calculs d'efficacité d'élimination) Le gaz résiduaire est soufflé dans un lit de matière organique dans lequel les COV sont adsorbés et détruits (métabolisés) par des bactéries.	L'équipement est simple et peu coûteux, mais nécessite beaucoup de place dans le cas de flux d'air importants. Les bactéries sont facilement tuées en modifiant la composition des gaz résiduaux ou par manque d'alimentation pendant les vacances. Cela affecte le rendement du filtre. Aucune information sur les coûts d'exploitation.	Flux de gaz résiduaux de faible concentration. Des composants biodégradables et de préférence solubles dans l'eau. Des problèmes d'odeurs.

Tableau 24.14 : Techniques de réduction des gaz résiduaux

Efficacités d'élimination

Les Tableaux 24.16 et 24.17 ci-dessous indiquent l'efficacité d'élimination des techniques d'oxydation et de récupération de solvant avec du charbon actif. Pour les autres techniques, les données étaient insuffisantes pour produire des tableaux similaires.

L'efficacité d'élimination dépend de :

- * la teneur en carbone de la molécule de solvant
- * la concentration moyenne en entrée
- * la concentration moyenne en sortie
- * la température de fonctionnement (voir la note technique ci-dessous).

Les bandes ombrées dans les tableaux indiquent la plage d'efficacité d'élimination qui peut être attendue pour l'oxydation ou la récupération de solvant.

Les parties inférieures des plages correspondent aux concentrations inférieures en entrée.

Les concentrations de solvants pouvant être atteintes dans les gaz résiduels pour la récupération de solvant sont un peu supérieures dans le cas de l'oxydation. Les efficacités d'élimination sont donc un peu moins bonnes.

Efficacité de l'oxydation

L'efficacité de l'oxydation des COV dépend de trois paramètres :

- a) turbulence : un mouvement et un mélange complets des gaz résiduels dans la chambre du brûleur.
- b) temps : un temps de séjour minimum des gaz résiduels dans la chambre du brûleur (généralement 1 seconde).
- c) température : la température de fonctionnement de la chambre du brûleur (généralement dans une plage comprise entre 720 et 850 °C).

Les points (a) et (b) sont des paramètres de conception définis par le fabricant. Le point (c) (température du brûleur) est le seul paramètre qui est réglable par l'exploitant. Il faut toutefois noter que des consommations d'énergie importantes et des niveaux de NO_x plus élevés seront obtenus avec des températures de fonctionnement élevées pour tenter d'augmenter l'efficacité d'élimination des COV.

Poussière inorganique

Les techniques sont sensibles à la poussière inorganique à divers degrés. Certaines sont très sensibles, d'autres moins, ou elles peuvent être adaptées. La poussière inorganique est susceptible d'affecter le rendement de la technique et/ou du débit de gaz (résistance au flux d'air plus importante) et la quantité de maintenance requise. L'adaptation des gaz résiduels à la poussière inorganique peut donc avoir un impact sur les coûts en capital et de fonctionnement.

Calculs

L'efficacité d'élimination est égale à 100 % moins le pourcentage de carbone restant après les équipements de réduction. Le pourcentage de carbone restant est calculé en divisant la concentration moyenne en sortie sur 24 heures par la concentration moyenne en entrée sur 24 heures. Pour ce calcul, la concentration en entrée est exprimée en g/m³ de solvant, multipliée par le pourcentage de la teneur en carbone du solvant. La concentration en sortie est exprimée en mg de carbone par m³.

Les concentrations moyennes en sortie sur 24 heures sont basées sur l'expérience dans les installations qui sont soumises aujourd'hui à des valeurs limites d'émission au point de rejet. Il faut noter que, pour garantir la conformité, les concentrations moyennes réelles en sortie sur 24 heures sont toujours inférieures à ces valeurs limites d'émission au point de rejet.

Il faut également noter que la concentration réelle au point de rejet peut beaucoup varier sur la journée, selon les circonstances de la production dans l'installation.

Teneur en carbone

La teneur en carbone d'un solvant peut être déterminée sur la base d'une formule chimique. Pour des raisons de simplification, quatre catégories sont fournies dans le Tableau 24.15 pour utilisation dans les Tableaux 24.16 et 24.17.

Groupe de solvant	Teneur moyenne en carbone (%)	Groupes chimiques des solvants
Groupe 1	55,0 %	Alcools, éthers de glycol, glycol, esters d'éthers
Groupe 2	65,0 %	Esters, éthers, cétones
Groupe 3	85 %	Hydrocarbures
Groupe 4. Une teneur en carbone exceptionnellement faible par rapport aux autres produits chimiques dans leur groupe	37,5 % 48,6 %	Méthanol Acétate de méthyle

Tableau 24.15 : Groupes chimiques des solvants courants et leur teneur en carbone

Efficacité d'élimination et MTD

Les Tableaux 24.16 et 24.17 fournissent des informations sur la plage des efficacités d'élimination associées à l'oxydation et à la récupération de solvant (adsorption sur charbon actif). Ces tableaux n'impliquent PAS qu'un respect de toutes les valeurs dans les plages puisse être considéré comme une MTD.

Les plages d'émissions pouvant être atteintes en appliquant les MTD sont fournies dans les parties spécifiques des industries dans le Chapitre 21 de ce document. Ces plages d'émissions associées aux MTD s'appliquent toujours au total à la fois des émissions au point de rejet et des émissions diffuses.

Lorsque la plage d'émissions associée aux MTD est, par exemple, de 10 % de la consommation de solvant, et que les émissions diffuses représentent 5 % de la consommation de solvant, l'efficacité d'élimination de l'équipement de réduction doit être supérieure à 95 %.

L'équipement de réduction doit évidemment être choisi de manière à réduire suffisamment les émissions pour atteindre la plage d'émissions associée à la MTD tout en prévoyant la possibilité d'émissions diffuses inévitables.

Efficacité d'élimination et valeurs limites d'émission au point de rejet

La Directive relative aux émissions de solvants et les législations nationales similaires peuvent prescrire des valeurs limites d'émission au point de rejet. Ces valeurs peuvent être différentes pour différentes industries. La réalisation des parties inférieures des plages d'efficacité d'élimination fournies dans les Tableaux 24.16 et 24.17 peut ne pas conduire à un respect de ces valeurs limites d'émission (VLE). En effet, le respect de certaines valeurs limites d'émission particulièrement basses peut nécessiter des efficacités d'élimination supérieures à la valeur la plus élevée fournie dans ces tableaux. Cela pourrait, par exemple, être le cas lorsque les solvants utilisés sont ceux mentionnés dans l'Article 5.6 de la DES (carcinogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction).

Oxydation	Efficacité d'élimination	75,0 %	80,0 %	85,0 %	90,0 %	92,5 %	95,0 %	97,5 %	99,0 %	99,5 %	99,9 %
Groupe 1 de solvants	0,5 à 1,0 g de solvant/m ³										
Concentration en entrée	1,0 à 2,0										
	2,0 à 6,0										
	6,0 à 12,0										
Oxydation	Efficacité d'élimination	75,0 %	80,0 %	85,0 %	90,0 %	92,5 %	95,0 %	97,5 %	99,0 %	99,5 %	99,9 %
Groupe 2 de solvants	0,5 à 1,0 g de solvant/m ³										
Concentration en entrée	1,0 à 2,0										
	2,0 à 6,0										
	6,0 à 12,0										
Oxydation	Efficacité d'élimination	75,0 %	80,0 %	85,0 %	90,0 %	92,5 %	95,0 %	97,5 %	99,0 %	99,5 %	99,9 %
Groupe 3 de solvants	0,5 à 1,0 g de solvant/m ³										
Concentration en entrée	1,0 à 2,0										
	2,0 à 6,0										
	6,0 à 12,0										
Oxydation	Efficacité d'élimination	75,0 %	80,0 %	85,0 %	90,0 %	92,5 %	95,0 %	97,5 %	99,0 %	99,5 %	99,9 %
Méthanol	0,5 à 1,0 g de solvant/m ³										
Concentration en entrée	1,0 à 2,0										
	2,0 à 6,0										
	6,0 à 12,0										
Oxydation	Efficacité d'élimination	75,0 %	80,0 %	85,0 %	90,0 %	92,5 %	95,0 %	97,5 %	99,0 %	99,5 %	99,9 %
Acétate de méthyle	0,5 à 1,0 g de solvant/m ³										
Concentration en entrée	1,0 à 2,0										
	2,0 à 6,0										
	6,0 à 12,0										

Tableau 24.16 : Efficacité d'élimination des techniques d'oxydation

Récupération sur charbon actif	Efficacité d'élimination	75,0 %	80,0 %	85,0 %	90,0 %	92,5 %	95,0 %	97,5 %	99,0 %	99,5 %	99,9 %
Groupe 1 de solvants	0,5 à 1,0 g de solvant/m ³										
Concentration en entrée	1,0 à 2,0										
	2,0 à 6,0										
	6,0 à 12,0										
Récupération sur charbon actif	Efficacité d'élimination	75,0 %	80,0 %	85,0 %	90,0 %	92,5 %	95,0 %	97,5 %	99,0 %	99,5 %	99,9 %
Groupe 2 de solvants	0,5 à 1,0 g de solvant/m ³										
Concentration en entrée	1,0 à 2,0										
	2,0 à 6,0										
	6,0 à 12,0										
Récupération sur charbon actif	Efficacité d'élimination	75,0 %	80,0 %	85,0 %	90,0 %	92,5 %	95,0 %	97,5 %	99,0 %	99,5 %	99,9 %
Groupe 3 de solvants	0,5 à 1,0 g de solvant/m ³										
Concentration en entrée	1,0 à 2,0										
	2,0 à 6,0										
	6,0 à 12,0										
Récupération sur charbon actif	Efficacité d'élimination	60,0 %	80,0 %	85,0 %	90,0 %	92,5 %	95,0 %	97,5 %	99,0 %	99,5 %	99,9 %
Méthanol	0,5 à 1,0 g de solvant/m ³										
Concentration en entrée	1,0 à 2,0										
	2,0 à 6,0										
	6,0 à 12,0										
Récupération sur charbon actif	Efficacité d'élimination	60,0 %	80,0 %	85,0 %	90,0 %	92,5 %	95,0 %	97,5 %	99,0 %	99,5 %	99,9 %
Acétate de méthyle	0,5 à 1,0 g de solvant/m ³										
Concentration en entrée	1,0 à 2,0										
	2,0 à 6,0										
	6,0 à 12,0										

Tableau 24.17 : Efficacité d'élimination de la récupération de solvant sur charbon actif

