

MTD Prévention et minimisation de l'impact sur l'environnement

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Prévention de l'impact sur l'environnement	Intégration des aspects d'environnement, de santé et de sécurité dans l'élaboration des procédés		
	Produire une trace vérifiable de l'intégration des aspects d'environnement, de santé et de sécurité dans l'élaboration des procédés	Permet de prévenir, minimiser et rendre inoffensifs les problèmes environnementaux.	Le tableau 4.2 donne un aperçu des outils nécessaires à une bonne intégration de ces aspects. Applicable de manière générale. Voir section 4.1.2.
	Elaborer de nouveaux procédés de la manière suivante :	Permet de minimiser les impacts environnementaux, dès la conception de l'installation / du procédé.	Principes de la chimie verte, voir section 4.1.1.
	a) améliorer les procédés lors de la conception, afin d' intégrer le plus possible toutes les matières utilisées dans le produit final	a) Dans certains cas, le résidu de la réaction est recyclable (ex. de l'oxyde de triphényl phosphine, OTTP). La réduction des émissions est alors de (NON MTD): - composés phosphorés : 100 % - chlorures dans l'eau résiduaire 66 % - CO ₂ : 95 % Les réacteurs cryogéniques ont un meilleur rendement et produisent moins de déchets.	a) Le recyclage d'OTTP n'est viable que si le volume de production est grand. Voir section 4.1.4.3. Les réacteurs cryogéniques ont des besoins énergétiques supérieurs. Voir section 4.1.4.8.
	b) employer des substances faiblement ou non toxiques pour la santé humaine et l'environnement. Les substances devraient être choisies afin de minimiser les possibilités d'accidents, de rejets, d'explosions ou d'incendies (par exemple, pour le choix du solvant, voir section 4.1.3)	b) Le tableau 4.3 donne un guide de sélection des solvants basé sur leurs propriétés physicochimiques et leurs impacts environnementaux et sanitaires.	Voir section 4.1.3.
	c) éviter l'emploi de substances auxiliaires (par exemple, les solvants ou les agents de séparation)	c) Exemple de l'acétylation à sec dont les sous-produits sont recyclables, et qui élimine totalement les flux d'eaux résiduelles et la consommation de sel.	c) Applicabilité à évaluer au cas par cas. Pour l'exemple de l'acétylation à sec, voir section 4.1.4.2.
	d) réduire au minimum les besoins énergétiques , en raison de leurs impacts sur l'économie et l'environnement. Il faudrait préférer les réactions à température et pression ambiantes.		
	e) utiliser des intermédiaires renouvelables de préférence aux autres, chaque fois que cela est possible du point de vue technique et économique		
	f) éviter la dérivation inutile (par exemple, les groupes bloqueurs ou protecteurs)		
	g) appliquer des réactifs catalytiques , qui sont généralement supérieurs aux réactifs stœchiométriques.	g) Les réactions enzymatiques utilisent moins d'énergie et de solvants. La réduction catalytique à l'hydrogène limite les flux de déchets.	g) Applicabilité et intérêt économique à évaluer au cas par cas. Les réactions enzymatiques consomment beaucoup d'eau ; les réactions catalytiques peuvent utiliser des métaux lourds. Voir sections 4.1.4.4 et 4.1.4.5.

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Prévention de l'impact sur l'environnement	Sécurité des procédés et prévention des réactions d'emballement		
	<p>Réaliser une évaluation structurée de la sécurité en conditions normales de fonctionnement et de prendre en considération les effets dus à des dysfonctionnements du procédé chimique et de l'exploitation de l'installation.</p> <p>Afin de s'assurer qu'un procédé peut être contrôlé de manière adéquate, appliquer une ou plusieurs de techniques suivantes en association (sans ordre de priorité) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mesures organisationnelles - concepts impliquant les techniques automatiques - mécanismes d'arrêt de réaction (neutralisation, étouffement, etc.) - refroidissement d'urgence - structure résistant à la pression - décompression. 	Prévention des grands accidents et des grands rejets de substance.	<p>Une évaluation précise demande la connaissance des paramètres thermodynamiques des réactions. L'ensemble de ces mesures engendre un coût supplémentaire.</p> <p>Voir section 4.1.6.1.</p> <p>Figures 4.6 et 4.7 : procédures et stratégies d'évaluation en fonctionnement normal.</p> <p>Tableau 4.8 : prise en considération des dysfonctionnements.</p>
Minimisation de l'impact sur l'environnement	<p>Manutention et stockage des substances dangereuses : définir et appliquer des procédures et des mesures techniques pour limiter les risques associés à la manutention et au stockage des substances dangereuses.</p> <p>Dispenser une formation suffisante et adéquate aux opérateurs qui manipulent des substances dangereuses.</p>	Limitation des risques dans les opérations de stockage et de manutention.	<p>Applicables de manière générale, avec des précautions spécifiques liées à la nature des substances.</p> <p>Engendrent des coûts plus élevés.</p> <p>Pour des précisions concernant la formation des opérateurs, voir section 4.2.29.</p> <p>Exemple du phosgène : voir la section 4.2.30, et en particulier le tableau 4.18 qui donne une liste de mesures.</p>
	Conception de l'installation		
Minimisation de l'impact sur l'environnement	<p>La démarche retenue comme MTD consiste à concevoir les nouvelles installations de sorte que les émissions sont minimisées, grâce notamment aux techniques suivantes :</p> <p>a) utilisation d'un équipement fermé et étanche</p> <p>b) fermeture du bâtiment de production et ventilation mécanique de ce dernier</p> <p>c) utilisation d'un inertage pour les équipements de procédé lors de la manutention des COV</p> <p>d) raccordement des réacteurs à un ou plusieurs condenseurs pour la récupération des solvants</p> <p>e) raccordement des condenseurs au système de récupération/réduction</p> <p>f) utilisation de l'écoulement gravitaire à la place de pompes (les pompes peuvent être une source importante d'émissions fugitives)</p> <p>g) séparation et traitement sélectif des flux d'eaux résiduaire</p> <p>h) automatisation très poussée par application d'un système moderne de contrôle de procédé afin d'assurer un fonctionnement stable et efficace.</p>	<p>Rendement énergétique élevé</p> <p>Minimisation des émissions diffuses / fugitives</p> <p>Meilleure gestion des flux d'eaux résiduaire</p>	<p>Pour des exemples de précautions prises, voir sections 4.2.1 et 4.2.3.</p> <p>a) à f) : Techniques de régulation des COV : condensation classique ou cryogénique, épuration, oxydation thermique. Voir sections 4.2.14 et 4.2.15.</p> <p>Réduction à la source : systèmes d'étanchéité, pompes étanches (voir section 4.2.15).</p> <p>Applicables de manière générale, avec des coûts d'investissement supérieurs.</p> <p>g) figure 4.20 (section 4.2.21) : exemple de raccordement de chaque flux d'eaux résiduaire sur chaque destination (STEP, osmose, extraction etc...).</p>

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Minimisation de l'impact sur l'environnement	Options de protection du sol et de rétention de l'eau		
	<p>Concevoir, construire, exploiter et entretenir les installations dans lesquelles sont manipulées des substances (généralement liquides) qui représentent un risque de contamination du sol et des eaux souterraines, de manière à minimiser les possibilités d'écoulement. Les installations doivent être étanches, stables et présenter une résistance suffisante aux éventuelles contraintes mécaniques, thermiques ou chimiques.</p> <p>Détecter les fuites de manière fiable et rapide :</p> <p>Prévoir des volumes de rétention suffisants pour contenir, en toute sécurité :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les écoulements et les fuites de substances afin d'en permettre le traitement ou l'élimination. - l'eau d'extinction des incendies et l'eau de surface contaminée. 	<p>Prévention de la contamination du sol, des eaux de surface et des eaux souterraines.</p>	<p>Applicable de manière générale</p> <p>Voir section 4.2.27.</p> <p>Voir section 4.2.27.</p> <p>Voir section 4.2.27.</p> <p>Voir section 4.2.28. Tenir également compte des précipitations.</p>
	<p>Appliquer toutes les techniques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - chargement et déchargement de matières uniquement sur les zones désignées, protégées contre les fuites - stockage et recueil des substances attendant l'élimination dans des zones désignées, protégées contre les fuites - installation d'alarmes de niveau haut de liquide sur tous les bassins d'aspiration de pompe ou toutes les autres chambres d'installation de traitement pouvant occasionner des écoulements, ou surveillance régulière des bassins d'aspiration de pompe par le personnel - mise en place de programmes d'essai et d'inspection des réservoirs et canalisations, y compris les brides et vannes - mise à disposition d'un équipement de maîtrise des écoulements, tel que barrages de confinement et matériau absorbant approprié - essai et démonstration de l'intégrité des murets de rétention - équipement des réservoirs avec un dispositif de prévention des trop-pleins. 	<p>Prévention de la contamination du sol, des eaux de surface et des eaux souterraines.</p>	<p>Voir section 4.2.27.</p>
	Minimisation des émissions de COV		
	<p>Isolement des sources : confiner et isoler les sources, boucher toutes les ouvertures afin de limiter le plus possible les émissions non contrôlées</p> <p>Voir section 4.2.14.</p>	<p>Réduction des émissions diffuses / fugitives</p>	<p>Applicable de manière générale.</p> <p>Coûts supplémentaires d'investissement et d'entretien.</p> <p>Autant que possible, laisser l'équipement fermé lors du retrait des gâteaux de filtration (voir section 4.2.19).</p>

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Minimisation de l'impact sur l'environnement	Minimisation des émissions de COV (suite)		
	Séchage en circuits fermés : consiste à effectuer le séchage en circuit fermé, avec des condenseurs pour la récupération des solvants.	Réduction des émissions diffuses / fugitives	Applicable de manière générale. Utiliser une pression d'azote Voir section 4.2.14.
	Nettoyage de l'équipement à l'aide de solvants : laisser l' équipement fermé pendant le rinçage et le nettoyage à l'aide de solvants.	Prévention des rejets directs de COV par les ouvertures.	Applicable de manière générale. Voir section 4.2.14.
	Recirculation des purges de procédé : Lorsque les exigences en matière de pureté le permettent, faire recirculer les vapeurs de procédé.	Prévention des rejets directs de COV par les ouvertures.	Applicable de manière générale. Voir section 4.2.14.
	Minimisation des débits et charges volumétriques de gaz rejeté		
	Bouchage des ouvertures : boucher toutes les ouvertures inutiles afin d'éviter que l'air ne soit aspiré à travers l'équipement du procédé vers le système de collecte des gaz.	Prévention des rejets directs de COV par les ouvertures.	Applicable de manière générale. Voir section 4.2.14.
	Épreuve d'étanchéité à l'air de l'équipement du procédé : assurer l'étanchéité à l'air du dispositif, en particulier des cuves.	Réduction des émissions fugitives. Réduction des débits volumétriques de gaz rejeté Permet l'inertisation par choc	Applicable de manière générale. Les cuves doivent conserver une pression ou une dépression. Voir section 4.2.16.
	Inertisation : avoir recours à l' inertisation par choc au lieu de l'inertisation continue	Réduction (d'un facteur 10, NON MTD) des débits volumétriques de gaz rejeté vers les techniques de récupération ou de réduction. Baisse de la consommation de gaz inerte.	L'inertisation par choc consiste en l'application d'un vide, puis un remplissage à l'azote : l'équipement doit donc être étanche. Diminue les coûts d'inertisation et de récupération ou réduction. Voir section 4.2.17, en particulier le tableau 4.15.
	Minimisation des débits volumétriques du gaz rejeté par la distillation : minimiser le débit du gaz rejeté par la distillation en optimisant l'agencement du condenseur	Prévention des émissions de COV issues de la distillation. Allègement des systèmes de réduction.	Efficacité gouvernée par l'évacuation de la chaleur au niveau du condenseur. Les gaz non condensables présents en entrée de distillation engendrent un volume supplémentaire au démarrage de la distillation. Applicable également à la recristallisation à partir de solvants organiques. Pas de coût supplémentaire. Voir section 4.2.20, et figure 4.19 pour un exemple de système de distillation fermé.
	Ajout de liquide dans les cuves : ajouter le liquide par le fond des cuves ou en utilisant un tube plongeant. Si la chimie de la réaction et/ou des motifs de sécurité rendent la chose difficile, l'ajout de liquide par le haut à l'aide d'un tube dirigé vers la paroi réduit les projections et donc la charge organique du gaz déplacé. En cas d'ajout de solides et de liquides organiques dans une cuve, utiliser les solides comme couche isolante lorsque la différence de densité favorise la réduction de la charge organique du gaz déplacé, à moins que la chimie de la réaction et/ou des motifs de sécurité n'empêchent de recourir à cette possibilité.	Réduction des émissions diffuses / fugitives. L'ajout de liquide par le bas diminue la concentration des polluants dans les gaz déplacés.	Restrictions liées à la chimie et/ou à la sécurité pour certains procédés. Faible coût de mise en œuvre. Diminution des coûts de récupération ou de réduction. Voir sections 4.2.15 et 4.2.18. Voir section 4.2.15.

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Minimisation de l'impact sur l'environnement :	Minimisation des débits et charges volumétriques de gaz rejeté (suite)		
	Minimisation des pics de concentration dans les émissions : éviter le plus possible l'accumulation de pics de charge et de débit, ainsi que les pics d'émissions associés, notamment grâce à : a) l'optimisation de la matrice de production b) l'application de filtres lisseurs.	Permet d'adapter les solutions de récupération / réduction au jour le jour, pour la situation de production individuelle. Dans certains cas, évite les coûts énergétiques de l'oxydation thermique. Minimisation des pics de concentration dans les émissions. Le tableau 4.51 (NON MTD) donne les valeurs d'émission qui peuvent être atteintes dans une installation modulaire de réduction.	a) Les outils de base de la récupération / réduction sont l'épuration, la condensation, l'adsorption sur charbon actif. Stratégie adaptée aux sites polyvalents / multiproduits dans lesquels les charges de COV et les débits volumétriques sont trop bas pour permettre une oxydation thermique efficace. Surcoûts de mise en œuvre et d'entretien des techniques individuelles et du système de gestion. Voir section 4.3.5.17. b) Les adsorbants, catalytiques ou non, permettent également de minimiser les pics de concentration. Voir sections 4.3.5.13 et 4.3.5.16. Applicable de manière générale, avec (pour les adsorbants) des restrictions sur la température et la concentration des gaz en entrée.
	Minimisation du volume et de la charge des flux d'eaux résiduaires		
	Eviter les liqueurs-mères à forte teneur en sel ou permettre le traitement conclusif des liqueurs-mères par d'autres techniques de séparation, par exemple : a) les procédés membranaires (voir section 4.2.26) b) les procédés à base de solvant c) l'extraction réactive (voir section 4.2.25). d) la suppression de l'isolement intermédiaire (voir section 4.2.4).	Permet le traitement conclusif des liqueurs-mères, en particulier la récupération du H ₂ SO ₄ usagé. Réduit la charge organique dans l'eau résiduaire. Performances de la perméation membranaire sous pression (fabrication de colorants hydro-solubles) en termes de réduction des flux d'eaux résiduaires (NON MTD, cf section 4.2.26) : - quantité : - 90 % - charge en sels : - 90 % - DCO : - 80 %	Exemple particulier des acides usagés provenant de la sulfonation ou de la nitration. Le changement de procédé peut induire des émissions de COV et des coûts énergétiques et chimiques supplémentaires, pour la récupération / réduction. L'extraction réactive peut permettre de récupérer les acides organiques. La perméation membranaire est déjà utilisée dans la séparation des colorants, amines tertiaires, produits de fermentation. Voir section 4.2.24.
	Laver le produit à contre-courant lorsque l'échelle de production le justifie.	Baisse de la consommation d'eau. Diminution des eaux résiduaires créées. Possibilités de recyclage ou de traitement individuel.	Inutilisable pour des campagnes de production courtes ou rares, expérimentales ou de faible volumes. Intéressant économiquement pour de grands volumes (augmentation des rendements et réduction des coûts de traitement des eaux résiduaires). Voir section 4.2.22.
	Appliquer la production de vide sans eau.	Pas de contamination de l'eau lors de la génération du vide.	Exemples de matériel utilisables : ▪ pompes à vide rotatives à éléments coulissants, à jet d'eau, à jet de vapeur (voir section 4.2.5). ▪ à anneau liquide constituées du même solvant que le solvant pompé (voir section 4.2.6), à anneau liquide en circuit fermé (voir section 4.2.7). L'investissement de départ peut être plus important, mais il est rapidement amorti (en une année) par diminution des frais de traitement d'eau.
	Détermination de l'achèvement des réactions : dans le cas des procédés discontinus, établir des procédures claires pour déterminer le point final souhaité de la réaction.	Réduction de la DCO de la liqueur-mère. Utilisation plus efficace des matières premières.	Exemple donné sur la copulation azoïque (voir section 4.2.23). La généralisation dépend de la possibilité de trouver un test rapide et fiable.
	Appliquer un refroidissement indirect.	Réduction du volume d'eaux résiduaires. Pas de flux d'eaux résiduaires supplémentaires.	Utiliser des échangeurs thermiques de surface. Non applicable si le procédé nécessite des chocs thermiques. Le refroidissement direct peut s'imposer pour maîtriser un emballement. Voir section 4.2.9.
	Nettoyage : effectuer un pré-rinçage avant le rinçage/lavage de l'équipement, afin de minimiser la charge organique des eaux de lavage.	L'absence de dilution permet une récupération / élimination (incinération) individuelle et efficace.	Applicable de manière générale. Le flux de pré-rinçage, très chargé, peut aussi être traité par stripping. Permet des gains de coût sur la récupération / élimination et le traitement des eaux résiduaires (voir section 4.2.12). Le racle permet aussi d'éviter les pertes de produit lors du nettoyage (voir section 4.2.8).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Minimisation de l'impact sur l'environnement	Minimisation de la consommation énergétique		
	Evaluer les options et optimiser le bilan énergétique.	<p>Minimisation des consommations énergétiques.</p> <p>Par exemple, la distillation avec couplage énergétique réduit de 50 % la consommation de vapeur.</p>	<p>Applicable de manière générale.</p> <p>Principe de base : utiliser la chaleur résiduelle d'une étape ou d'un procédé comme source de chaleur dans une autre étape ou un autre procédé : cas de la distillation en deux étapes.</p> <p>Voir section 4.2.11 et figure 4.18, ainsi que section 4.2.20.</p> <p>La méthode du pincement permet d'optimiser le bilan énergétique (voir section 4.2.10). Elle a été appliquée avec succès sur un site de PCOF exploitant des procédés discontinus dans 30 réacteurs.</p>