

BREF Traitement de surface des métaux et matières plastiques

Document de synthèse version 1.0 - 12/02/09

MTD pour certaines filières spécifiques

⇒ Glossaire

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Substitution / contrôle des substances dangereuses	Utilisation de substances dangereuses		
	Substitution par des substances moins dangereuses .	Réduction de l'utilisation des substances dangereuses et des quantités affectant ultérieurement l'environnement.	Dans tous les cas, il est essentiel d'examiner à l'avance, avec le client, les changements engendrés par une telle substitution. Les règles de bonnes pratiques veulent qu'aucun changement ne soit effectué sans avoir entière connaissance des caractéristiques de performance finale exigées. Le fait de ne pas parvenir à satisfaire ces caractéristiques, en particulier sans en avoir averti le client, peut entraîner l'augmentation des rejets et la perte de confiance du client. Afin de garantir que les traitements fonctionnent selon les normes exigées, il est souhaitable que l'exploitant et le client échangent des informations et contrôlent la qualité du produit et les éléments de performances de l'installation afin que ces derniers répondent aux spécifications exigées. Voir § 4.1.2. (Diminution des étapes de traitement par à l'introduction de spécification de procédés et d'un contrôle qualité).
	Si utilisation, mise en place de techniques destinées à minimiser l'utilisation et/ou à réduire les émissions.	Réduction de l'utilisation des substances dangereuses et des quantités affectant ultérieurement l'environnement.	Dans certains cas, ces techniques sont mises en place conjointement avec l'amélioration du rendement du traitement et/ou la minimisation de l'utilisation ou de l'émission de matériaux dans certaines activités. Voir § 4.9. (Substitution – choix des matières premières et des traitements).
	Substitution de l'EDTA		
	Utilisation de substituts biodégradables tels que ceux à base d'acide gluconique (chélatants plus faibles).	La substitution ou la réduction de la quantité d'EDTA rejeté permet de réduire la quantité d'énergie et de produits chimiques nécessaires à sa destruction.	Il existe des produits alternatifs utilisés dans les étapes de décapage et de nettoyage en Allemagne. Limitation dans la fabrication de cartes de circuits imprimés : les spécificités liées à la technologie la plus récente peuvent nécessiter la réutilisation d'EDTA. Voir § 4.9.1. (Substitution de l'EDTA et d'autres agents complexants forts - agents chélatants).
	Utilisation de procédés alternatifs tels que le revêtement métallique direct dans la fabrication de cartes de circuits imprimés.		Exemple : complexe de Cu-tartrate dans une solution de cuivre. Voir § 4.15. (Traitement des cartes de circuits imprimés) et § 2.11.2.4. (Métallisation des trous débouchants - trous métallisés).
	Contrôle de l'EDTA		
	Minimiser les rejets de cette substance par l'utilisation de techniques aboutissant à des économies d'eau et de matériaux .		Voir la section « gestion de l'eau et de matériaux » de la partie « MTD génériques » du présent document de synthèse.
	Utiliser des techniques de traitement pour garantir un rejet nul d'EDTA dans les eaux résiduaires . 1) Destruction des complexes formés avec les métaux par l'utilisation d' agents réducteurs forts (hypophosphite de sodium) ou électrolyse . Permet de séparer les métaux et l'EDTA pour traitement individuel ultérieur. 2) Possibilité de destruction de l'EDTA par rayonnement UV et eau oxygénée .	La suppression ou la réduction de l'EDTA dans les rejets garantit que les métaux ne sont pas solubilisés et transportés dans les stations de traitement des eaux résiduaires municipales ou re-solubilisés dans le milieu aquatique, plus généralement.	Consommation supplémentaire en produits chimiques et en énergie, en fonction de la technique utilisée. Voir § 4.16.8. (Agents complexants).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Contrôle/Substitution des PFOS (sulfonate de perfluorooctane)		
	Surveillance et contrôle des ajouts de matériaux contenant du PFOS par l'utilisation de mesures de tension de surface .	La substitution de produits par des substances moins dangereuses, ou des traitements alternatifs permettra de réduire les effets sur l'environnement et la santé.	Le PFOS (sulfonate de perfluorooctane) est largement utilisé en tant qu'agent antimousse et agent de surface, en particulier dans la prévention de la formation de brume dans des étapes de chromage électrolytique hexavalent et de bains alcalins non cyanurés. Effet croisé : le PFOS a des fonctions importantes dans le maintien des règles de santé et de sécurité car il contrôle la pulvérisation des solutions dangereuses. Une extraction accrue de Cr(VI) et d'autres polluants entraînés par l'arrêt de l'utilisation de cette substance peut nécessiter une épuration et un traitement supplémentaire. Voir § 4.9.2. (Substitution, et réduction des agents de surface toxiques - NPE et PFOS).
	Minimisation des émissions atmosphériques par l'utilisation de sections d'isolation flottantes .		Voir § 4.4.3. (Réduction des pertes thermiques des solutions de traitement).
	Régulation des émissions atmosphériques des émanations dangereuses tel que le décrit le § 4.18.		Voir § 4.18. (Techniques de réduction des émissions atmosphériques). Exemples : additifs, systèmes d'extraction d'air, couvercles, réduction du volume d'air extrait, traitement de l'air extrait...
	D'autres traitements peuvent être mis en oeuvre associés à des techniques de rinçage et de réduction des pertes par entraînement pour maintenir le PFOS dans les cuves de traitement. Utilisation du matériau en circuit fermé .	Minimisation des émissions dans l'environnement	Possible dans le cas de dépôt de Cr(VI). Voir § 4.6. (Réduction des pertes par entraînement) et § 4.7. (Techniques de rinçage et récupération des pertes par entraînement).
	Utilisation d' agents de surface sans PFOS pour les étapes d'anodisation.		Voir § 4.9.2.
	Pour les autres traitements, il faut chercher à supprimer progressivement l'utilisation de PFOS. Les possibilités de substitution du PFOS sont limitées et la santé et la sécurité peuvent être des facteurs particulièrement importants. - utilisation de traitements sans PFOS : en substitution du zingage électrolytique alcalin sans cyanure (voir § 4.9.4.2.) et pour les traitements au chrome hexavalent (voir § 4.9.6.), - enfermer le traitement ou la cuve correspondant sur des chaînes automatisées.		Le PFOS a des fonctions importantes dans le maintien des règles de santé et de sécurité car il contrôle la pulvérisation des solutions dangereuses. Une extraction accrue de Cr(VI) et d'autres polluants entraînés par l'arrêt de l'utilisation de cette substance peut nécessiter une épuration et un traitement supplémentaire. Dans des situations où le PFOS était utilisé, tel que le dépôt de Cr(VI), d'autres mesures peuvent être prises pour empêcher les émanations de Cr(VI) et atteindre des niveaux de CMA sur le lieu de travail, tel que l'utilisation d'un isolant flottant (voir § 4.4.3), de couvercles déposés sur les cuves et/ou d'un système de ventilation re-conçu et/ou adapté (voir § 4.18.2), la substitution par un procédé de traitement de surface moins dangereux (voir les parties appropriées de cette section). Pas de substitut pour les opérations de dépôt de Cr(VI) et de décapage étant donné sa résistance élevée à l'oxydation. <i>Enfermer le traitement</i> : voir § 4.2.3. (Type de chaîne de traitement et construction) et § 4.18.2 (Utilisation d'un système d'extraction d'air, de couvercle et de techniques de traitement).
	Cyanure		
	Remplacement du dégraissage cyanuré .		Voir § 4.9.5. (Autres solutions à base de cyanure) et § 4.9.14. (Substitution et choix du dégraissage). Exemples : pré-nettoyage mécanique, dégraissage au solvant, dégraissage chimique aqueux.
	Le cyanure ne peut être remplacé dans toutes les applications. Lorsque des solutions de cyanure doivent être utilisées, les MTD vont veiller à mettre en place une technique d'utilisation des procédés au cyanure en circuit fermé .		Voir le tableau 4.9 (Solutions de traitement utilisant du cyanure). Voir aussi la section « gestion de l'eau et des matériaux » de la partie « MTD génériques » du présent document de synthèse.
	Ne pas utiliser une technique d'agitation basse pression quand l'agitation des solutions de traitement cyanurées est nécessaire.		L'agitation basse pression provoque l'accroissement de la formation de carbonate. Voir aussi la section « agitation de la solution de traitement » de la partie « MTD génériques » du présent document de synthèse.

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Cyanure (suite)		
	Substitution du cyanure de zinc par du zinc acide pour un rendement énergétique optimal, des émissions environnementales réduites et pour des finitions décoratives brillantes.	Rendement en courant élevé, approchant les 95 % (non MTD). Aucune utilisation de cyanure. Réduction des besoins en de traitement des eaux résiduaires. Aucune exigence particulière concernant l'extraction des vapeurs.	Nécessite d'être précédée des systèmes de dégraissage de qualité élevée. Voir § 4.9.4.3. (Zingage acide).
	Substitution du cyanure de zinc par du zinc alcalin sans cyanure lorsque la répartition du métal est importante. Attention: cette solution peut contenir du PFOS.	Rendement en courant de 65 à 70 % et diminue avec l'augmentation de la densité de courant. (non MTD). Un rendement de 70 à 85 % peut être obtenu pour une densité de courant de 2A/m² pour des traitements correctement gérés (non MTD). Aucune utilisation de cyanure. Réduction des exigences en traitement des eaux résiduaires.	Nécessite une extraction d'air plus importante que les autres traitements du Zn. Voir § 4.9.4.2. (Zingage alcalin sans cyanure) et section PFOS ci-avant. Voir § 2.5.4.2. (Zinc alcalin exempt de cyanure)
	Substitution du cuivrage cyanuré par le cuivrage acide ou pyrophosphate , sauf : - pour l'amorçage du revêtement métallique sur l'acier, les pièces moulées de zinc, les alliages d'aluminium et l'aluminium ; - lorsque l'amorçage du cuivrage sur l'acier ou d'autres surfaces est suivi d'un cuivrage.	Pas d'utilisation de cyanure.	Cuivrage pyrophosphate: Les effluents doivent être traités à la chaux, car les hydroxydes de sodium ou de potassium ne précipitent pas le cuivre à partir du pyrophosphate. Étant donné que la solution contient de l'ammoniac, un traitement séparé des autres effluents contenant des métaux est nécessaire. Voir § 4.9.5.
	Cadmiage		
	Récupération des matériaux et fonctionnement en circuit fermé .		Voir la section « Récupération des matériaux et fonctionnement en circuit fermé » de la partie « MTD génériques » du présent document de synthèse.
	Le cadmiage devra être réalisé dans une zone confinées et séparées , avec surveillance séparée des niveaux d'émission dans l'eau.		
	Chromage		
	Le remplacement du chrome hexavalent est examiné dans le § 4.9.8. (Techniques de chromage électrolytique) et fait l'objet d'une étude détaillée dans l'annexe 8.10 (commentaires sur l'utilisation du chrome hexavalent et trivalent).		Limites générales au remplacement du chrome hexavalent : ■ le chrome trivalent n'a pas été utilisé d'un point de vue économique dans un traitement en bande de l'acier à grande échelle et ne peut être utilisé pour des applications de chromage dur. ■ L'utilisation de l'anodisation à l'acide chromique reste limitée principalement aux secteurs de l'aérospatiale, de l'électroniques et à d'autres applications spécialisées.
	Chromage décoratif		
	Remplacement du chrome hexavalent par le revêtement métallique de chrome trivalent . Lorsqu'une résistance accrue à la corrosion est nécessaire, elle peut être obtenue par une solution de chrome trivalent sur une couche plus épaisse de nickel sous-jacente et/ou une passivation organique		N'est <i>pas considéré</i> comme une MTD pour le chromage des bandes d'acier à grande échelle car n'a pas fait ses preuves technique- ment. Voir § 4.9.8.3. (Traitement de chromage électrolytique trivalent à base de chlorure) et § 4.9.8.4. (Traitement de dépôt électrolytique au sulfate de chrome trivalent)

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Chromage décoratif (suite)		
	Chromage électrolytique trivalent à base de chlorure de Cr(III).	<p>Les bains fonctionnent avec une concentration de 20 g/L au lieu de 200-450 g/L (non MTD).</p> <p>Viscosité moindre donc diminution des pertes par entraînement.</p> <p>Aucun rejet de Cr(VI) -Taux de rejet réduit de 5-10% à 0.5% (non MTD).</p> <p>Réduction des boues de traitement d'un facteur de 10 à 30 (non MTD).</p> <p>Réduction de consommation d'énergie de 30% (non MTD).</p> <p>Élimination de l'étape de réduction du Cr(VI) dans le traitement des eaux résiduaires, donc utilisation moindre de produits chimiques (non MTD).</p>	<p>Problème de couleur par rapport au Cr(VI) qui est possible de surmonter grâce à une filtration au charbon et à un échange ionique.</p> <p>Ne peut pas remplacer le chromage dur, ne remplace pas certains propriétés de résistance à la corrosion, et la couleur un peu jaune pour certains producteurs est importante.</p> <p>Difficultés de mise en place si spécification client différentes : seulement possible si le producteur a plusieurs chaînes de traitement.</p> <p>Besoin de recherche de composants complexants qui n'interfèrent pas avec le traitement des eaux.</p> <p>Voir § 4.9.8.3.</p>
	Dépôt électrolytique au sulfate de chrome trivalent .	<p>Réduction de la concentration par rapport au Cr(VI) et au Cr(III) à base de chlorure.</p> <p>N'utilise pas d'agent complexant (au contraire du Cr(III) à base de chlorure).</p> <p>Aucune production de chlore.</p> <p>Pertes par entraînement réduites.</p> <p>Le problème de couleur est moindre que pour la solution à base de chlorure.</p>	<p>Ne concerne que le chromage-nickelage décoratif. Composé à une concentration de 6-8 g/L. Utilisation d'anodes insolubles spéciales, bains à 55°C.</p> <p>Coût des composant beaucoup plus élevés mais compensés en partie par réduction des prix de traitement et la moindre quantité de boues.</p> <p>Voir § 4.9.8.4.</p>
	Traitement sans chrome pour nickelage électrolytique.	Pas d'émissions de Cr(VI).	<p>Exemple de traitements:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alliage étain-cobalt, lorsque les spécifications le permettent. ▪ Cobalt-phosphore ▪ Utilisation de Nickel-tungstène-bore, avec utilisation d'installation classique. Plus coûteuse que technique de Cr(VI). ▪ Nickel-tungstène-silicium-carbure. Plus coûteuse que technique de Cr(VI). ▪ Étain,nickel. Moins de résistance à l'usure. Se brise à 320°C. ▪ Nickel-fer-cobalt: 2 fois plus de résistance à l'usure, couleur identique au CrVI. ▪ Nickel-tungstène-cobalt (Bonne résistance à la corrosion, à part milieu marin). <p>Voir § 4.9.9. (Traitements sans chrome – autres traitements de revêtement).</p>
	Mise en œuvre d'une techniques de chromage à froid quand le Cr(VI) ne peut être remplacé.	<p>Traitement à 18-19°C grâce à un système de réfrigération, au lieu de 25-30°C (non MTD).</p> <p>A cette température on peut réduire la concentration du Cr(VI) de 50% avec la même qualité du revêtement (non MTD).</p> <p>Minimisation des rejets de Cr(VI)</p> <p>Traitement des eaux résiduaires et production des boues moindres.</p>	<p>Durée plus longue du traitement.</p> <p>Applicable que dans des nouvelles installations.</p> <p>Voir § 4.9.8.2. (« Chrome froid » – traitement hexavalent).</p>

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Substitution / contrôle des substances dangereuses	Chromage décoratif (suite)		
	Lorsque l'exploitant dispose de plusieurs chaînes de traitement au chromage hexavalent décoratif dans la même installation, l'exploitant à la possibilité de faire fonctionner une ou plusieurs chaînes qui permettront d'obtenir des produits exigeant les qualités du chromage hexavalent et une ou plusieurs chaînes exigeant le chromage trivalent.		
	Lors du remplacement des solutions par une solution de chrome trivalent ou autres, les MTD impliquent la recherche d'agents complexants interférant moins avec le traitement des eaux résiduaires.		Voir § 4.16.8. (Agents complexants).
	Chromage hexavalent		
	Réduction des émissions atmosphériques , utiliser une ou une combinaison des techniques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - couvrir la solution de revêtement métallique au cours du traitement, - utiliser d'un système d'extraction d'air avec condensation des brouillards dans l'évaporateur permettant de mettre en place un système de récupération des matériaux en circuit fermé, - fermer la chaîne de revêtement métallique ou la cuve de revêtement métallique. 		<p>En général, voir § 4.18. (Techniques de réduction des émissions atmosphériques) et la section « émissions atmosphériques » de la partie « MTD génériques » du présent document de synthèse.</p> <p><i>Couverture de la solution de traitement</i> : couverture mécanique ou manuelle, surtout lorsque les temps de traitement sont longs, ou lorsque les solutions ne sont pas utilisées.</p> <p><i>Système d'extraction d'air avec condensation</i> : il peut être nécessaire d'éliminer des condensats, les substances pouvant entraver le traitement de revêtement métallique avant de les réutiliser, voire les éliminer au cours de l'entretien du bain.</p> <p><i>Fermeture de la chaîne ou de la cuve</i> : pour chaînes récentes ou lors de la reconstruction de la chaîne de traitement et lorsque les pièces de fabrication présentent une uniformité de taille suffisante. Voir § 4.2. (Conception, construction et fonctionnement d'une installation).</p>
	Fonctionnement en circuit fermé .	Permet de retenir le PFOS et le Cr(VI) dans la solution de traitement.	Voir section «récupération des matériaux et fonctionnement en circuit fermé» de la partie « MTD génériques » du présent document de synthèse et § 4.7.11.6.
	Revêtements de conversion (passivation) au chrome.		Au moment de la préparation de ce BREF (2004), le GTT insiste sur le fait que les alternatives actuellement utilisées sont trop récentes pour que des MTD puissent en être déduites (voir § 5.2.5.7.3.).
	Finitions phosphochromate : les MTD envisagent le remplacement du chrome hexavalent par des systèmes au chrome non hexavalents.		<p>Ces systèmes sont par exemple à base de silanes, de zirconium et de titane.</p> <p>Voir § 4.9.12. (Phosphochromatation).</p>
	Récupération des solutions de chromatisation au chrome hexavalent		
	Récupération du chrome hexavalent dans des solutions concentrées et coûteuses telles que les solutions de chromatisation noire contenant de l'argent. <p>On utilisera par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les techniques par échange d'ions (voir § 4.10 - Techniques courantes de traitement des eaux et des solutions aqueuses), - les techniques d'électrolyse par membrane. 		<p><i>Électrolyse-réoxydation des produits de décomposition</i> : oxydation du Cr(III) dans des conditions de densité cathodique et anodique adéquates. L'électrolyse par membrane de céramique est le moyen le plus fiable de régénérer en continu les solutions de traitement. Pour le décapage à l'acide sulfurique/chromique d'articles de plastique. Voir § 4.11.10. (Électrolyse - réoxydation des produits de décomposition).</p> <p>Électrolyse à membrane pour l'entretien d'une solution au chrome :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Électrolyse avec membranes sélectives afin de séparer les différents composants. ▪ Utilisée avec des solution à base d'acide chromique, comprenant des solutions de chromage, d'anodisation à l'acide chromique et de chromatisation. ▪ Cette méthode s'est montrée utile aussi pour nettoyage d'autres solutions acides. ▪ Allongement de la durée de vie d'une solution de Cr(VI) jusqu'à de 300-400%. ▪ En fonction de la solution des vapeurs toxiques peuvent être générées. <p>Voir § 4.11.11. (Électrolyse à membrane pour l'entretien d'une solution au chrome).</p> <p>En ce qui concerne les autres solutions, les coûts de l'appoint en produits chimiques neufs s'élèvent uniquement à 3 – 4 euros /l.</p>

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Substitution du polissage et du ponçage mécanique		
	Utilisation du cuivrage acide .	Réduction ou élimination du bruit et de la poussière des traitements mécaniques.	Approprié au traitement des pièces de fabrication avant nickenage et cuivrage décoratif. Procédé pas toujours techniquement applicable. Accroissement des besoins en traitement des eaux résiduaires. Accroissement des coûts qui peut être justifié par la nécessité de mettre en place des techniques de réduction du bruit et des poussières. Voir § 4.9.13. (Substitution du polissage et du ponçage mécanique).
	Solutions de décapage et autres solutions à l'acide fort – allongement de la durée de vie des solutions et techniques de récupération		
	<p>Diminution de la consommation d'acide de décapage par l'utilisation d'une des techniques décrites dans le § 4.11.14. (Décapage) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Système à trois étapes en cascade. - Dialyse par diffusion. 	<p>Allongement de la durée de vie de l'acide.</p> <p><i>Système à trois étapes en cascade</i> : un tel système a permis de réduire l'utilisation de produits chimiques de 50 % : la consommation en acide chlorhydrique à 32 % a chuté de deux tonnes à une tonne par jour (non MTD, voir § 4.11.14.1 - diminution de la consommation d'acide de décapage).</p> <p><i>Dialyse par diffusion</i> : Les niveaux de concentration obtenus sont présentés dans le tableau 4.16. Consommation énergétique inférieure aux consommations énergétiques des techniques employant la pression. Voir § 4.11.14.2.</p>	<p><i>Système à trois étapes en cascade</i> : technique applicable dans une situation vérifiant les critères suivants ou certains d'entre eux :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ consommation d'acide de décapage considérable ; décapage de pièces de fabrication à grande échelle ; ■ problème lié à la qualité de décapage, comme par exemple la résistance des surfaces à traiter au décapage (par exemple, couche d'oxydation durcissante, ce qui exige une alimentation constante en acide propre) ; ■ les rejets ponctuels d'acide provenant du décapage vers le traitement des eaux résiduaires affectent négativement celui-ci. <p>Le système est identique à un système de rinçage à l'eau en cascade, mais l'eau est remplacée par l'acide chlorhydrique de décapage à 32 %.</p> <p>Cette technique peut nécessiter des étapes de traitement supplémentaires sur la chaîne, ces derniers intervenant dans la partie la plus corrosive de la chaîne.</p> <p>Coûts d'investissement et de fonctionnement importants lorsqu'il s'agit d'applications simples. Complexe à mettre en oeuvre. L'utilisation la plus rentable de cette technique peut être, par exemple lors d'une utilisation importante d'acides les plus concentrés et/ou les plus coûteux (par exemple, l'acide phosphorique) ; avec des techniques d'attaque chimique onéreuses telles que celles utilisant l'acide méthylsulfonique avec de l'étain et/ou de l'étain/plomb.</p> <p><i>Dialyse par diffusion</i> : permet de séparer l'acide des contaminants métalliques par le biais d'un gradient de concentration en acide entre les compartiments de solution (acide contaminé et eau déionisée) qui sont séparés par une membrane d'échange anionique, voir la figure 4.29.</p> <p>Une différence majeure entre la dialyse par diffusion et d'autres technologies par membrane telles que l'électrodialyse ou l'osmose inverse est que la dialyse par diffusion ne passe pas par l'utilisation d'une tension électrique ou d'une pression sur la membrane. Au contraire, le passage de l'acide est provoqué par la différence en concentration d'acide des deux côtés de la membrane. Ainsi, les exigences énergétiques de cette technique restent faibles.</p> <p>Les solutions de traitement de finition de surface pour lesquelles une dialyse par diffusion est envisageable incluent :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ les solutions abrasives et décapantes d'acide chlorhydrique (HCl) ; ■ les solutions d'anodisation d'acide sulfurique (H₂SO₄) ; ■ les solutions abrasives et décapantes d'acide sulfurique ; ■ les solutions abrasives et décapantes d'acide nitrique (HNO₃) ; ■ les solutions de décapage de l'acier inoxydable à l'acide fluorhydrique/à l'acide nitrique (HF/HNO₃) ; ■ les solutions d'attaque chimique de l'aluminium à l'acide sulfurique/acide chlorhydrique (H₂SO₄/HCl) ; ■ les solutions d'acide méthane sulfonique (AMS).
	Utilisation d'une électrolyse , qui permet d'éliminer les sous-produits métalliques et d'oxyder certains composés organiques .	Allongement la durée de vie des acides de décapage électrolytique	Voir § 4.11.8. (Électrolyse – purification des solutions de traitement). Exemple : Recyclage du cuivre dans les bains de décapage du cuivre (métaux non ferreux). Voir § 4.11.14.3.

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Prétraitement des pièces et substrats	Solutions de décapage et autres solutions à l'acide fort – allongement de la durée de vie des solutions et techniques de récupération (suite)		
	Récupération ou réutilisation à l'extérieur de la chaîne de traitement de la solution de décapage et d'autres acides forts.	Récupération des métaux persistants (c'est-à-dire non dégradables) à valeur marchande. Réutilisation des matériaux plutôt que leur mise au rebut. Remplacement des matières premières neuves par des matières premières recyclées.	Les techniques de récupération ne sont cependant pas dans tous les cas des MTD. Émissions provenant des traitements de récupération et énergie utilisée pour ces traitements. Voir § 4.17.3. (Réutilisation et recyclage -en externe- des déchets).
	Dégraissage - Remplacement et choix du dégraissage		
	Minimisation et optimisation des revêtements des traitements mécaniques antérieurs-huiles et graisses. Les MTD impliquent d'assurer l' échange d'informations concernant le traitement précédent qu'a subi la pièce traitée par l'exploitant pour son client afin de : - minimiser la quantité d'huile ou de graisse et/ou - choisir les huiles, les graisses ou les systèmes qui permettent l'utilisation des systèmes de dégraissage les plus écologiques.	Réduction des exigences de traitement de dégraissage comprenant la consommation de produits chimiques ainsi que les déchets produits. Voir § 4.3.2. (Minimisation et optimisation des revêtements des traitements mécaniques antérieurs – huile et graisse).	Fabrication et stockage de composants de manières adéquates plutôt qu'utilisation excessive d'huile ou de graisse. Évaluation régulière des procédés d'application, du type et de la quantité d'huile utilisée. Une huile compatible avec le système de nettoyage ultérieur doit être utilisée. Réduction sur l'application d'huile et de graisse dans les étapes de production mécanique par : ▪ Utilisation de lubrifiants volatils ▪ Utilisation de graissage à froid à quantité minimale ▪ Décapage et/ou centrifugation des pièces de fabrication ▪ Prénettoyage des pièces au point de la production, ▪ Réduction de la durée de stockage, voir § 4.3.1.4 ; ▪ Perçage associé à un refroidissement par air comprimé ; ▪ Utilisation de lubrifiants sur film plastique appliqués lors du pressage. Production de COV par les lubrifiants volatils. Certains procédés consomment plus d'énergie lors de la production de la pièce (films lubrifiants secs et le perçage refroidi par air).
	Si une application d'huile a été trop abondante, utiliser des procédés physiques pour éliminer l' huile en excès , par exemple : - techniques de centrifugation (voir § 4.9.14.1.), - lames d'air (voir § 4.9.15.). En alternative, pour des pièces de taille importante, dont la qualité est un critère essentiel et/ou d'une valeur élevée, l' essuyage à la main peut être mis en oeuvre (voir § 4.9.15.).		Consommation énergétique pour la centrifugation et pour d'autres techniques mécaniques. <i>Dégraissage par lames d'air et rouleaux</i> : pour la tôle, les composants pressés à plat et les câbles. La majeure partie de l'huile peut être éliminée en faisant passer ces composants au travers d'un dispositif de séparation qui peut être mécanique (cylindre pour essoreuse) ou une lame d'air. <i>Essuyage à la main</i> : grande production de déchets (papier ou chiffons et solvants). Utilisation des solvants mal contrôlée.
	Remplacement du dégraissage cyanuré (considéré comme obsolète) par une/des autre(s) technique(s)		Voir § 4.9.5.
	Dégraissage au solvant : - La MTD consiste à remplacer cette technique par une des autres techniques (étant donné que les traitements ultérieurs sont à base d'eau, aucun problème d'incompatibilité n'est posé). - Technique toutefois utilisée pour les travaux de haute précision , par exemple, dans certaines applications aérospatiales ou militaires et lorsque les traitements à base d'eau peuvent endommager la surface traitée.	Faible consommation énergétique.	Certains CHC (hydrocarbures chlorés) sont strictement réglementés à cause de leur dangerosité. Voir § 4.9.14. (Substitution et choix du dégraissage), et en particulier § 4.9.14.2. (Dégraissage au solvant). Principe en § 2.3.3.

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Dégraissage - Remplacement et choix du dégraissage (suite)		
	<p>Dégraissage chimique aqueux : utilisation de systèmes longue durée avec régénération de la solution et/ ou entretien en continu, que ce soit en dehors de la chaîne ou en direct. Ces systèmes seront par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le nettoyage par émulsion faible, - le dégraissage biologique. 	<p>Réduction de la consommation en produits chimiques.</p> <p>Réduction de la consommation énergétique.</p>	<p><i>Nettoyage par émulsion faible :</i> les agents de surface utilisés ne forment pas d'émulsion stable avec les huiles et les graisses éliminées. Les cuves de dégraissage sont vidangées vers un bac de stockage destiné à l'élimination des huiles et des sédiments flottants. La solution de nettoyage par émulsion faible se sépare d'elle-même : utilisation de systèmes mécaniques simples (écrémeurs) pour l'élimination de l'huile.</p> <p>Durée de vie élevée de la solution grâce à l'élimination en continu des contaminants par le biais du bac de stockage et la réinjection des solutions de dégraissage nettoyées dans le bain.</p> <p>Léger accroissement de la consommation énergétique engendré par le pompage et la récupération de l'huile.</p> <p>Peut provoquer la formation de pellicules de graisse/huile sur les panneaux des tonneaux (peut bloquer les résines des échangeurs ioniques et les membranes des traitements à membranes si utilisées).</p> <p>Investissement élevé qui sera probablement rentable uniquement si la chaîne de traitement et les quantités d'huile et de graisse traitées sont conséquentes.</p> <p>Voir § 4.9.14.4. (Nettoyage par émulsion faible).</p> <p><i>Dégraissage biologique :</i> technique d'entretien des bains de dégraissage alcalins faibles. Régénération continue en dérivation par dégradation biologique de l'huile (réacteur biologique qui doit être alimenté en continue en huile ou alimentation supplémentaire si une période d'arrêt excède trois jours).</p> <p>Utilisation réduite de produits chimiques de traitement car la solution nécessite rarement d'être remplacée (réduction du nombre d'arrêts des chaînes de production destinées au remplacement des solutions de traitement usées).</p> <p>Qualité de dégraissage constante garantie, par rapport à la qualité variable du dégraissage chimique qui présente également une durée d'utilisation réduite.</p> <p>Réduction des boues provenant du traitement des eaux résiduaires grâce à un nettoyage efficace à 80 %. Développement éventuel de la bactérie de la légionellose entraînant la nécessité de contrôles réguliers.</p> <p>Le système biologique peut être rompu par le simple apport dans la solution de faibles quantités de substances biotoxiques comme le cyanure, le cuivre, l'AOX, etc. Le système ne fonctionne pas pour certaines pâtes de polissage, qui peuvent également être biotoxiques.</p> <p>Pas approprié à toutes les huiles et graisses (problèmes éventuels avec les huiles contenant des composés de soufre). Le système ne permet pas d'obtenir une bonne qualité de nettoyage si un trempage à température élevée est nécessaire (c'est le cas, par exemple, des pièces polies).</p> <p>Voir § 4.11.13.4. (Régénération par dégraissage biologique) et figure 4.27 : Procédé de dégraissage aqueux biologique)</p>
	<p>Systèmes de dégraissage à haute performance -Combinaison de plusieurs techniques.</p> <p>Voir § 4.9.14.9. (Systèmes de dégraissage à haute performance).</p>	<p>Allongement de la durée de vie des solutions de dégraissage.</p> <p>Réduction des opérations de retraitement.</p>	<p>Pour un nettoyage de qualité, utilisation de systèmes aqueux complétés par la mise en place d'une action électrolytique.</p> <p>Dégraissage à étapes multiples en cas de pièces fortement huilées:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ pré-dégraissage à l'eau chaude ou une solution de nettoyage par émulsion faible (voir § 4.9.14.4.) suivi d'un nettoyage par émulsion plus forte, ou ▪ Combinaison de deux bains dégraissant en séquence, le second bain, plus propre étant utilisé pour régénérer ou remplacer le premier bain, plus sale. <p>Consommation énergétique importante des systèmes fonctionnant à des températures élevées.</p>

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Dégraissage - Remplacement et choix du dégraissage (suite)		
	Systèmes de dégraissage à haute performance - Gaz carbonique . Voir § 4.9.14.6, description détaillée du procédé en § 2.3.5.3.	Pas d'utilisation de solvants Déchets secs ne contenant que des composants éliminés.	Principalement utilisé pour le nettoyage des pièces de pressage et d'autres parties spécifiques. Dans certains cas, il est utilisé pour le décapage de revêtements (organique et métallique). Bruit et consommation d'énergie lors de la formation et de la propulsion des granulés de glace carbonique.
	Systèmes de dégraissage à haute performance - Nettoyage aux ultrasons . Voir § 4.9.14.7.	Nettoyage plus efficace Moindre nécessité de produits dangereux.	Utilise des ondes acoustiques de haute fréquence pour améliorer l'efficacité des nettoyages aqueux ou par solvant. Génération de cavitation (bulles de vide) par alternance de zones de basse et de haute pression au passage de l'onde. Agents nettoyants : <ul style="list-style-type: none"> ▪ alcalins (pH 8 – 14) bien qu'un pH >10 puisse attaquer certains substrats tels que l'aluminium, le zinc. ▪ neutres (pH 7 – 9,5), utilisés pour éliminer les poussières. ▪ acides (pH 2 – 6). Ces agents nettoyants éliminent les huiles et la graisse (pas aussi efficaces que les agents alcalins). Ils sont utilisés pour le nettoyage de surfaces oxydées. Les eaux résiduaires peuvent comporter des phosphates, des agents de surface, de la pâte à polir et des métaux qui y sont contenus (cuivre et zinc). Génère du bruit à fréquence élevée qui peut dépasser 85 dB. Il est fait état d'une consommation énergétique de 10 W par litre. Les systèmes à base de solvant contiennent des solvants organiques volatils.
	Entretien des solutions de dégraissage		
	Utilisation d'une combinaison de techniques destinées à l' entretien et à l' allongement de la durée d'utilisation des solutions de dégraissage. Voir le tableau 4.15 qui résume les techniques qui peuvent être utilisées pour entretenir et allonger la durée d'utilisation des solutions de dégraissage et § 4.11.13.	Réduit les quantités des matériaux utilisés et la consommation énergétique	<i>Rinçage en cascade ou réutilisation de l'agent nettoyant électrolytique jusqu'à la cuve de trempage propre</i> (voir § 4.11.13.1) : Technique non applicable lorsque des solutions spécifiques sont utilisées pour le dégraissage électrochimique (par exemple, solution hautement alcaline avec une conductivité élevée) et le prénettoyage (par exemple, huile présentant une bonne solubilité). <i>Procédés simples</i> (voir § 4.11.13.2) : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Filtration à l'aide de filtres de cellulose ▪ Séparateur mécanique par des écrèmeurs (procédé le plus simple et le moins onéreux pour éliminer l'huile flottant à la surface de l'agent nettoyant mais consommation accrue d'énergie) ▪ Séparateur par gravité (système nécessitant le moins d'entretien.) ▪ Désémulsification par ajout de produits chimiques. <i>Séparateur statique</i> (voir § 4.11.13.3.) : Réalisé par décantation naturelle de l'huile. Technique utilisée de manière optimale avec des solutions de dégraissage par émulsion faible, voir § 4.9.14.4. Réduction allant jusqu'à 50% (non MTD) de la DCO contenue dans l'effluent. Réduction du rejet des solutions usées de 50-70% (non MTD). Réduction des achats en détergents de 50% (non MTD). Les huiles récupérées sont généralement polluées et donc détruites. Coût élevé : applicable uniquement pour des volumes élevés d'huile. <i>Dégraissage/régénération biologique</i> (voir § 4.11.13.4.) : susceptible de ne pas fonctionner pour toutes les huiles/grasses. <i>Centrifugation des bains de dégraissage</i> (voir § 4.11.13.5.) : ne peuvent traiter des bains très acides (pH <2). Élimination de 98% de l'huile. Selon un fournisseur, la concentration résiduelle en huile est inférieure à 2,5 g/L (non MTD). Coût élevé: applicable uniquement pour des volumes élevés d'huile. <i>Micro ou ultrafiltration par membrane</i> (voir § 4.11.13.6) : doit être utilisé quand les autres techniques ne sont pas possibles dans le cas de l'industrie. Coût élevé: applicable uniquement pour des volumes élevés d'huile. <i>Procédé par étapes multiples</i> (voir § 4.11.13.7.) : applicable en présence de grandes quantités d'huile et de graisses sur les pièces de fabrication ou substrats entrants, lorsque la production de la chaîne de traitement est élevée, et/ou lorsque la qualité du dégraissage est de première importance pour les traitements suivants.

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Activités spécifiques	Anodisation		
	Récupération thermique : récupération de chaleur provenant des bains de colmatage d'anodisation .	Économie d'énergie	Techniques décrites au § 4.4.3. (Réduction des pertes thermiques des solutions de traitement).
	Récupération de la solution d'attaque chimique caustique. Fait partie des MTD si : - consommation en solution caustique élevée, - pas d'utilisation d'additifs qui pourraient empêcher la précipitation de l'alumine, - la surface gravée répond aux spécifications.	Réduction des déchets solides d'une installation de plus de 80 % (non MTD) tout en diminuant les coûts en produits chimiques caustiques (et de neutralisation) de plus de 70 % (non MTD). Les cristaux d'alumine éliminés peuvent être utilisés pour divers substituts de l'alumine.	L'utilisation de certains additifs peut entraver la précipitation de l'alumine. Le traitement est difficile à contrôler. Voir § 4.11.5. (Récupération des agents d'attaque chimique caustiques d'anodisation).
	Rinçage en circuit fermé .	Réduction de la consommation d'eau.	Pas d'utilisation d'un cycle fermé de l'eau de rinçage avec échange ionique, car les produits chimiques éliminés ont un impact environnemental identique et sont en quantité équivalente aux produits chimiques nécessaires à la régénération. Voir § 4.7.8. (Régénération et réutilisation/recyclage de l'eau de rinçage).
	Utilisation d' agents de surface sans PFOS .		Voir section « Contrôle/Substitution des PFOS » ci-avant et § 4.9.2. (Substitution, et réduction des agents de surface toxiques).
	Bandes continues		
	Dispositif de contrôle du traitement en temps réel afin de garantir l' optimisation constante du traitement.	Meilleur rendement de l'installation et de la qualité du produit ainsi qu'une diminution des émissions.	Voir § 4.1.5. (Contrôle de procédés en temps réel) et § 4.14.1. (Utilisation d'un contrôle de traitement numérique). Voir aussi tableau 3.29 : Intrant classique et niveaux de consommation pour le revêtement en continu de l'acier par étamage électrolytique ou ECCS (non MTD).
	Lors du remplacement de moteurs, de l'acquisition d'un nouvel équipement, de nouvelles chaînes ou de nouvelles installations, choisir des moteurs ayant un bon rendement énergétique .	Réduction de la consommation d'énergie sur l'ensemble de la chaîne.	Voir § 4.4.1.3. (Équipement offrant un bon rendement énergétique) et § 4.14.3.1. (Moteurs à bon rendement énergétique).
	Utilisation de rouleaux essoreurs destinés à empêcher les pertes par entraînement des solutions de traitement ou à empêcher la dilution des solutions de traitement par apport par entraînement d'eau de rinçage.	Réduction significative de la consommation de matières premières. Tableau 3.30 : Valeurs d'émissions habituelles pour le revêtement en continu de l'acier par étamage électrolytique ou ECCS (non MTD).	Voir § 4.6. (Réduction des pertes par entraînement) et § 4.14.5. (Rouleaux essoreurs).
	Commuter la polarité des électrodes dans les traitements de dégraissage électrolytiques et de décapage électrolytique.	Réduction de la consommation de matières premières entraînée par un rendement supérieur de dépôt.	Nouvelles installations et installations existantes de revêtements en bande utilisant des électrodes bipolaires. Voir § 4.8.3. (Commutation de la polarisation des électrodes dans les traitements électrolytiques).
	Minimiser l'utilisation d'huile grâce à l'utilisation d' huileurs électrostatiques couverts .	Réduction de la consommation de matière première, minimisation de la production de déchets et d'émission de vapeur d'huile.	Voir § 4.14.16. (Minimisation de l'utilisation d'huile à l'aide de graisseurs électrostatiques couverts).
	Optimiser l'intervalle anode-cathode pour les traitements électrolytiques.	Optimisation de la consommation énergétique, réduction des contacts entre l'anode et la surface de la bande, accroissement de la qualité et rejets de bandes de coupe	Chaînes neuves. Voir § 4.14.12. (Optimisation de l'intervalle anode – cathode).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Activités spécifiques	Circuits imprimés - Attaque chimique (suite)		
	<p>Attaque chimique alcaline : surveiller le niveau de l'agent d'attaque chimique et du cuivre de manière régulière et maintenir une concentration optimale.</p> <p>Concernant la gravure ammoniacale, régénérer la solution d'attaque chimique et récupérer le cuivre.</p>	<p>Avec ammoniac: solution ajustée à un niveau de pH de 8-9,5.</p> <p><i>Régénération</i> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduction de la quantité d'ammoniac et de cuivre dans l'effluent. - Récupération d'environ 600 kg (non MTD) de cuivre de haute qualité par mois (voir l'installation citée en exemple). - Diminution des nuisances sonores subies par les habitations proches et provenant des véhicules de livraison et d'enlèvement des déchets.» 	<p><i>Attaque chimique alcaline</i> : voir § 4.15.6.</p> <p><i>Régénération</i> : voir § 4.15.7. (Recyclage des agents de gravure alcalins sur la ligne de traitement et récupération du cuivre - échange ionique liquide- liquide).</p>
	Décapage de la réserve : séparer la réserve de l'effluent par filtration, centrifugation ou ultrafiltration selon les débits de l'effluent.	Élimination des solides des eaux résiduaires.	Voir § 4.15.8. (Décapage de la réserve).
	<p>Décapage de la réserve de gravure (étain) : recueillir les eaux de rinçage et le concentré séparément.</p> <p>Précipiter la boue riche en étain et l'expédier afin qu'elle soit recyclée à l'extérieur de l'installation.</p>	<p>Le traitement séparé permet un traitement des eaux résiduaires avant évacuation.</p> <p>L'étain peut être récupéré des boues produites.</p>	<p>Utilisation de produits chimiques de traitement supplémentaires.</p> <p>Voir § 4.15.9. (Décapage d'une réserve de gravure - étain).</p>
	<p>Élimination des solutions usées contenant par exemple des agents complexants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - destruction des agents complexants (qui peut être effectuée sur site ou en dehors du site) avant traitement des métaux, <p>ou</p> <ul style="list-style-type: none"> - élimination en dehors du site (avec ou sans récupération). 	<p>Permet d'éviter la dégradation du procédé de traitement des eaux résiduaires.</p>	<p>Ces solutions sont utilisées entre autres pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ l'immersion ou le revêtement métallique direct, ▪ les traitements d'oxydation noire ou brune pour les couches interne. <p>En général, voir § 4.15.10. (Élimination des solutions).</p> <p><i>Destruction</i> : voir § 4.16.8. (Agents complexants).</p> <p><i>Élimination</i> : voir § 4.17. (Techniques de gestion des déchets).</p>
	Réduction des émissions atmosphériques provenant de l'application d'un masque de soudure : utiliser des résines à teneur élevée en matières solides, à faible émission de COV.	Réduction des émissions de COV.	Voir § 4.15.11. (Émissions de solvants provenant de l'application d'un masque de soudure).