

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Pigments inorganiques de spécialités	Fabrication des pigments à base d'oxyde de fer		
	Produire ces pigments à base d'oxyde de fer par le procédé de Penniman-Zoph .	Réduction de la quantité de sels neutres formés comme sous-produits.	Contrôler la quantité d'air dans le réacteur pour réduire au minimum les risques d'explosion, les émissions de chaleur et la quantité de gaz de dégagement généré. Voir § 6.1.4.2 (procédé de Penniman-Zoph) et § 6.1.2.4.1 (procédés de précipitation et de Penniman-Zoph).
	Dans le cas de la fabrication des pigments à base d'oxyde de fer par le procédé de Laux, il faudra utiliser un traitement biologique pour la réduction des traces organiques dans les eaux usées.	Réduction des rejets.	Le procédé Laux met en oeuvre des réactifs organiques (nitrobenzène) et génère des sous-produits organiques (aniline). Voir § 6.1.2.4.2 (procédé de Laux).
	Pigments à base d'oxyde de chrome		
	Utiliser l' acide sulfurique produit en réduisant le SO ₂ dans les gaz de dégagement issus du four pour acidifier les eaux usées avant la réduction du chromate.	Réduction des matériaux auxiliaires utilisés.	Uniquement dans le cas de la réduction du dichromate de sodium avec du soufre. Voir § 6.1.2.5 (pigments à base d'oxyde de chrome III)
	Pigments à base de vanadate de bismuth et de chromate de plomb		
	Utilisation d'un traitement de dénitri-fication .	Réduction des émissions de NO ₃ -N dans l'eau d'environ 50 % (MTD).	Voir § 6.1.4.8 (traitement biologique des eaux usées chargées en nitrates).
	Réduction des émissions diffuses de poussière		
	Capter la poussière dans les secteurs de travail (par exemple pesée, chargement des boîtes en matériau réfractaire, étapes d'emballage) et la canaliser afin qu'elle soit réduite.	La poussière capturée est recyclée dans la production quand il n'existe aucun effet indésirable sur la qualité du pigment.	Voir § 4.7.6 (Outils de gestion environnementale).
	Passer régulièrement l' aspirateur dans les secteurs de travail et mettre en oeuvre un entretien régulier des locaux.	Réduction des poussières dans l'atmosphère de travail.	Voir § 4.7.6.
	Emissions de gaz acides et de fluorures dans l'air		
	Utilisation des techniques d' injection sorbantes afin de réduire au minimum l'émission de gaz acides (par exemple SO ₂ , SO ₃ , HCl, HF) et de fluorures.	Diminution des rejets de gaz.	Les sorbants les plus employés sont : la chaux, l'hydrogénocarbonate de sodium (bicarbonate de soude), le carbonate de soude. Le sorbant peut être injecté à l'état sec, semi-humide, ou humide. Plus de détails dans le BREF CWW. Voir § 6.1.4.3 (réduction des fluorures et du bore par lavage à la chaux), § 4.4.2.3.1 (injection de sorbant pour réduire les gaz acides et les fluorures), § 6.1.3.1.2.2 (pigments CIC = complexes inorganiques colorés).
	Emissions de poussière totale dans l'air		
	Réduction des émissions de poussière totale dans les gaz résiduels en utilisant une ou plusieurs des techniques suivantes : a) cyclone , b) filtre en tissu ou en céramique , c) dépoussiéreur par voie humide , d) ESP (dépoussiéreur électrostatique).	Niveaux d'émission de 1 - 10 mg/Nm ³ (MTD).	L'utilisation des filtres en tissu n'est pas toujours possible, par exemple quand d'autres polluants doivent être réduits (par exemple SO _x) ou quand les gaz résiduels présentent des conditions humides (en présence d'acide liquide). Voir § 4.4.2.1.2 (cyclones), § 4.4.2.1.5 (filtres en tissu et en céramique), § 4.4.2.1.3 (dépoussiéreur humide) et § 4.4.2.1.4 (dépoussiéreur électrostatique).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Pigments inorganiques de spécialités	Traitement des gaz résiduaires		
	Utilisation d'un système de traitement sec pour traiter les gaz de dégagement issus des fours de calcination.	Réduction de la consommation d'eau	Sauf quand d'autres polluants que la poussière totale, doivent également être réduits. Voir § 6.1.3.1.2 (émissions dans l'air).
	Utilisation de dépoussiéreurs électrostatiques pour nettoyer les gaz de dégagement issus des séchoirs dans des conditions humides et des filtres à manches dans des conditions de faible humidité .	Garantie d'une haute efficacité de réduction des polluants.	Des dépoussiéreurs électrostatiques ou des filtres en tissu doivent être utilisés en raison de la petite taille des particules de pigment. Voir § 6.1.2.4.1.1 (pigments à base d'oxydes de fer - traitement des gaz résiduaires).
	Traitement des eaux usées		
	Traitement des eaux contaminées avec du Cr(VI) en appliquant les deux mesures suivantes avant d'envoyer l'effluent vers un traitement supplémentaire : a. utilisation de capacités tampon pour réguler le débit , b. réduction du Cr(VI) en Cr(III) par exemple avec du sulfite , du sulfate de fer(II).	Obtention d'une concentration en Cr(VI) < 0,1 mg/l (MTD)	Les composés de chrome (VI) ont une action fortement oxydante et un effet toxique sur les matériaux biologiques. Voir § 4.4.1 (techniques générales de traitement des eaux résiduaires) et § 6.1.4.5 (élimination du chrome dans les eaux usées).
	Traitements des eaux contaminées en métaux lourds par une combinaison de précipitation , de floculation , de sédimentation et de filtration .	On obtiendra, avant rejet, les niveaux d'émission suivants (MTD) : - Cd : Facteur d'émission = 50 g/tonne de produit final, - Cr : Facteur d'émission = 5 à 10 g/tonne de produit final et concentration ≤ 0,1mg/L, - Pb : Facteur d'émission = 20 à 40 g/tonne de produit final et concentration < 0,5 mg/L. Ces données sont indiquées en moyennes annuelles.	Les résidus de filtration récupérés à l'issue du traitement des eaux usées peuvent être recyclés dans la production. Voir § 4.4.1.2.1 (précipitation), § 4.4.1.1.1 (décantation), § 4.4.1.1.3 (filtration). Voir également § 4.4.1, § 6.1.2.3.2 (pigments à base d'oxydes de fer - principe de traitement des eaux usées), § 6.1.3.1.3 (consommation et émission d'eau).
Composés phosphorés	Recyclage des résidus de précipitation contenant des pigments		
	Recyclage dans la production des résidus de filtration issus des étapes de précipitation des courants d'eaux usées.	Réduction des déchets générés.	Pour la production des pigments à base de cadmium, des lithopones, des pigments à base de sulfate de baryum précipité, d'oxyde de chrome et d'oxyde de fer. Voir § 6.1.4.7 (recyclage des boues de précipitation dans la production).
	Choix, manipulation/stockage des matières premières		
	Utilisation de phosphore élémentaire contenant une faible teneur en impuretés organiques et inorganiques.	Réduction au minimum de la quantité de déchets générés.	Voir § 6.2.4.4 (matière première à faible teneur en impuretés).
	Utilisation de la vapeur d'eau chaude provenant d'autres parties du procédé pour fondre la matière première à base de phosphore élémentaire.	Réduction de la consommation d'énergie, réduction de la consommation d'eau.	Le phosphore élémentaire blanc/jaune qui arrive sur le site sous forme solide doit être fondu (le point de fusion du phosphore est 44,1 °C) afin de réagir avec le chlore pour former PCl ₃ . Voir § 6.2.4.1 (utilisation de vapeur chaude).
Composés phosphorés	Recouvrir le phosphore d'un milieu inerte jusqu'à l'étape de réaction en utilisant un gaz inerte comme l'azote (N ₂) ou de l' eau (en recyclant l'eau pour le lavage des gaz de dégagement).	Risque d'incendie réduit.	Le phosphore s'enflamme au contact de l'air. Voir § 6.2.4.2 (utilisation d'un gaz inerte) et § 6.2.4.3 (utilisation de l'eau).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Composés phosphorés	Choix du procédé de production		
	Utilisation d'un procédé permettant d'obtenir du PCl_3 avec un rendement de réaction supérieur à 99.5 % par rapport au phosphore ce qui est équivalent à un rendement de réaction supérieur à 99,9 % par rapport au chlore (MTD).	Réduction de la consumma- tion de matières premières et d'énergie.	Adapté aux installations nouvelles. Voir § 6.2.2.2.1.1 (production de PCl_3 par le procédé de réaction gaz-liquide) et § 6.2.2.2.1.2 (production de PCl_3 par le procédé de réaction en phase gazeuse). Ces deux procédés sont conformes aux exigences de la MTD.
	Utilisation de systèmes entièrement hermétiques pour la production.	Protection des travailleurs, réduction des déversements.	Le trichlorure de phosphore, le chlorure de phosphoryle et le pen- tachlorure de phosphore sont des matériaux hautement réactifs et corrosifs, ils doivent être manipulés dans des systèmes entièrement hermétiques. Tous les tuyaux et tous les équipements doivent être étiquetés. Voir § 6.2.4.7 (utilisation de systèmes entièrement hermétiques).
	Mise en place d' étiquettes de mise en garde et d'information sur tous les tuyaux et tous les équipements	Réduction des risques d'acci- dents.	
	Emissions dans l'air		
	Lavage basique des émissions gazeu- ses résiduelles issues de la production de composés phosphorés dans l'air.	Réduction des émissions de PCl_3 (HCl) et P_2O_5 (H_3PO_4) dans l'air. Niveaux d'émission de 3 à 15 mg/Nm^3 (MTD).	Production d'HCl (NaCl)/ H_3PO_4 (Na_3PO_4) dans les eaux usées, Consommation d'hydroxyde de sodium (NaOH). Voir § 6.2.4.6 (lavage basique).
	Emissions dans l'eau		
	Traitement des effluents dans une station d'épuration équipée d'un trai- tement biologique .	Réduction des émissions de phosphore et de chlorure dans les eaux réceptrices. Les niveaux de rejets attendus sont les suivants : - Phosphore = de 0,5 à 2 kg/ tonne de phosphore élémén- taire brut (MTD), - Chlore = 5 à 10 kg/tonne de phosphore élémentaire brut (MTD).	.Voir § 6.2.3.4 (émissions dans l'eau).
	Déchets		
	Les niveaux d'émission de résidus de distillation issus de la production de PCl_3 devront être de 4 à 8 kg/tonne de phosphore élémentaire brut (MTD).	Réduction de la quantité de résidus de distillation.	Voir § 6.2.3.5 (déchets), ainsi que § 6.2.2.2.1 (détails concernant les procédés de production du PCl_3).
	Les résidus de distillation issus de la production de PCl_3 devront être inciné- rés (MTD).	Récupération de l'énergie.	Voir § 6.2.4.8 (incinération des résidus de distillation issus de la pro- duction de PCl_3) et § 6.2.2.2.1.
Silicones	Gestion (sélection, stockage, manipulation et préparation) des matières premières		
	Réduction des émissions de poussière diffuses issues du stockage et de la manipulation de silicium élémentaire en appliquant une combinaison des techniques suivantes : a) stockage du silicium élémentaire dans des silos , b) stockage du silicium élémentaire dans des zones couvertes proté- gées de la pluie et du vent, c) utilisation d'un équipement conçu avec capot et canalisation pour capturer les émissions de poussière diffuses pendant le chargement du silicium élémentaire dans l'aire de stockage, d) maintien de l'atmosphère du broyeur à une pression légère- ment plus basse que la pression atmosphérique.	Réduction des émissions dif- fuses de poussière de silicium élémentaire.	Voir § 6.3.4.1 (Stockage du silicium élémentaire dans des silos) et § 6.3.4.14 (stockage couvert).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Silicones	Gestion (sélection, stockage, manipulation et préparation) des matières premières (suite)		
	Utilisation de silicium élémentaire avec une taille de particules < 1 mm .	Efficacité élevée avec une faible perte de silicium élémentaire en tant que déchet.	Cette taille de particules permet d'obtenir un rendement maximal de la réaction de synthèse directe. Voir § 6.3.4.13 (taille des particules du silicium élémentaire).
	Utilisation de systèmes de filtration afin de réduire les émissions de poussière issues du broyage , du stockage et de la manipulation du silicium élémentaire dans l'air. Les filtres en tissu sont généralement utilisés à cette fin.	Niveaux d'émission attendus de 5 à 20 mg/Nm ³ (moyenne annuelle, MTD) en utilisant des filtres en tissu et en recyclant la poussière séparée dans la production.	Les informations générales sur les effets croisés associés à l'utilisation de filtres en tissu sont présentées dans le document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour les systèmes de gestion/traitement des eaux usées et gaz résiduels ordinaires dans le secteur chimique (BREF CWW) [21, Bureau PRIP Européen, 2003]. Voir aussi § 6.3.4.3 (dépoussiérage à sec pour le broyage, le stockage et la manipulation du silicium élémentaire).
	Récupérer le chlorure de méthyle contenu dans les gaz de dégagement issus de l'étape de distillation.	Diminution de la consommation de matières premières.	Voir § 6.3.4.5 (récupération par condensation avec des échangeurs thermique à eau) et § 6.3.4.6 (récupération par condensation en utilisant des liquides cryogéniques). Le chlorure de méthyle récupéré est recyclé dans le procédé.
	Récupérer l'HCl issu de l'étape d'hydrolyse du diméthylchlorosilane.	Réduction de la consommation d'HCl dans la synthèse du chlorure de méthyle, si l'HCl récupéré est recyclé dans cette synthèse..	Le diméthylchlorosilane est hydrolysé pour produire le polydiméthylsiloxane (PDMS), qui est à la base de nombreux polymères. La récupération de l'HCl n'est pas intéressante d'un point de vue économique pour de petits volumes de production. Dans ces situations, le chlorure d'hydrogène, est neutralisé et rejeté dans le réseau d'égouts. Voir § 6.3.4.12 (récupération de l'HCl issu de l'hydrolyse du diméthylchlorosilane).
	Déchets		
	Réduction des déchets générés en optimisant la synthèse directe en incluant les éléments suivants : a) optimisation du système de catalyseur , b) optimisation de la conception du réacteur, c) optimisation de la gestion des paramètres physiques.	Réduction de la quantité de déchets envoyés vers l'incinération, réduction d'émissions fugitives de COV.	Le système de catalyseur, la conception du réacteur et les paramètres physiques pour la synthèse directe sont optimisés afin de réduire au minimum la formation d'hydrocarbures légers qui sont dirigés vers l'incinération (informations souvent spécifiques au producteur, donc confidentielles). Voir § 6.3.4.4 (optimisation de la chimie pour la synthèse directe).
	Utilisation des sous-produits générés dans la production de silicones.	Economies de matières premières, valorisation économique de sous produits.	Ces sous produits sont : ▪ H_2SO_4 (synthèse du chlorure de méthyle) = ventes externes et utilisation en interne, ▪ <i>Méthyltrichlorosilane</i> (synthèse directe) = ventes externes (par exemple synthèse de silicium pyrogène ou de silicones spécialisés) et utilisation en interne, ▪ <i>Triméthylchlorosilane</i> (synthèse directe) = ventes externes (par exemple synthèse de silicones spécialisés ou d'hexaméthylcyclotrisilane) et utilisation en interne, ▪ <i>Autres silanes</i> (synthèse directe) = ventes externes (par exemple pour la synthèse de silicones spécialisés ou de silanes spécialisés) et utilisation en interne, ▪ <i>HCl</i> (synthèse directe) = recyclage dans la production de chlorure de méthyle et ventes externes. Voir tableau 6.18 et § 6.3.3.4 (sous produits).
	Prévention des accidents		
	Refroidissement des colonnes de distillation avec de l' air .	Réduction des risques d'accidents avec l'incidence sur l'environnement qui s'en suit.	Les organochlorosilanes réagissent très rapidement avec l'eau pour former de l'acide chlorhydrique, c'est pourquoi il vaut mieux refroidir les colonnes avec de l'air plutôt qu'avec de l'eau (danger en cas de fuites). Voir § 6.3.4.17 (refroidissement des colonnes avec de l'air).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Silicones	Prévention des accidents (suite)		
	Maintenir la teneur en oxygène et/ou en poussière de silicium dans l'atmosphère à un niveau inférieur à la LIE (limite inférieure d'explosivité) en appliquant une combinaison des mesures suivantes : a) utilisation d'une injection d'azote gazeux ou d'une extraction continue de la poussière, b) surveillance continue de la teneur en oxygène dans l'atmosphère du broyeur, les alarmes sont dirigées vers la salle de contrôle, c) mise en œuvre d'un transport pneumatique du silicium élémentaire broyé sous une atmosphère de gaz inerte, d) coupure du broyeur en cas d'arrêt de l'approvisionnement en gaz inerte.	Un niveau d'oxygène sans risque pour le silicium élémentaire est d'environ 5 % (MTD), en fonction de la taille des particules de silicium. Réduction des risques d'explosions avec l'incidence sur l'environnement qui s'en suit.	L'unité de broyage peut également être maintenue à une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique, afin d'empêcher une entrée d'air. L'usine de broyage peut également fonctionner à une pression inférieure à la pression atmosphérique afin d'éviter que des émissions diffuses potentielles de poussière de silicium élémentaire ne se produisent. Voir § 6.3.4.16 (réduction au minimum des sources d'explosion issues du broyage et du transport du silicium élémentaire).
	Si un élévateur à godets est utilisé pour charger le broyeur, réduire au minimum l' énergie des sources d'inflammation issues du broyage du silicium élémentaire.	Réduction des risques d'incendies avec l'incidence sur l'environnement qui s'en suit	Cette réduction peut être obtenue par exemple en disposant des lames antistatiques sur l'élévateur afin de limiter l'accumulation d'électricité statique. Voir § 6.3.4.15 (réduction au minimum de l'énergie de la source d'inflammation issue du broyage du silicium élémentaire).
	Gestion de l'énergie		
	Recyclage de l'énergie produite dans la synthèse directe.	Réduction de la consommation d'énergie.	La synthèse directe produit de l'énergie nette récupérée et convertie en vapeur, qui est utilisée en particulier pour l'étape de distillation. Le gaz naturel est principalement utilisé pour faire fonctionner les unités d'incinération des gaz d'évent. Voir § 6.3.3.1.2 (consommation d'énergie).
	Traitement des gaz résiduels		
	Oxydation thermique des gaz de dégagement issus des étapes de synthèse directe et de distillation du chlorure de méthyle. L'utilisation d'autres conditions de fonctionnement doit également être MTD – si elles fournissent un niveau similaire ou meilleur de performances environnementales globales.	Réduction des émissions de COV (hydrocarbures légers). Réduction des émissions de chlorure de méthyle. Réduction des émissions de chlorosilane.	Pour réduire les émissions de chlorure, un laveur est nécessaire après l'oxydation thermique. Utiliser les conditions de fonctionnement (températures, temps de résidence et turbulence etc) spécifiées dans l'article 6 de la directive 2000/76/EC, à savoir : <ul style="list-style-type: none">▪ température > 1100 °C (850°C lors de l'incinération des déchets avec moins de 1 % de substances organiques halogénées),▪ temps de résidence > 2 s,▪ teneur en oxygène > 3 %. Quand il a été démontré que l'utilisation de températures de fonctionnement inférieures à 1100 °C (comme spécifié pour certains déchets dangereux dans 2000/76/EC) fournit des performances environnementales globales similaires ou meilleures, l'utilisation de ces températures plus basses est considéré comme étant MTD. Ces mesures sont conçues pour maintenir les émissions de PCDD/F en dessous de 0,1 ng TEQ/Nm³. Voir § 6.3.4.8 (oxydation thermique).
	Gestion des eaux usées		
	Utiliser des condenseurs à air à la place de condenseurs à eau et réutilisation dans l'étape d'hydrolyse de l'eau produite dans l'étape de synthèse du chlorure de méthyle.	Réduction de la quantité d'eaux usées générées dans la production. Réduction de la consommation d'eau douce dans l'étape d'hydrolyse.	Condenseur à air : si cela est justifié du point de vue technique et économique. Voir § 6.3.4.10 (réduction de la quantité d'eau utilisée) et § 6.3.4.11 (réutilisation de l'eau).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Silicones	Gestion des eaux usées (suite)		
	Mesure des volumes d'eau de traitement et de refroidissement pour le procédé de fabrication dans son ensemble jusqu'aux produits finis.		Voir § 6.3.4.10 (réduction de la quantité d'eau utilisée) et § 6.3.4.11 (réutilisation de l'eau).
	Optimisation de l'utilisation de l'eau.		Voir § 6.3.4.10 (réduction de la quantité d'eau utilisée) et § 6.3.4.11 (réutilisation de l'eau).
	Réduction de l'émission de Cu et Zn dans l'eau en prétraitant les effluents d'eau issus de la production de PDMS par précipitation/floculation dans des conditions basiques suivie d'une sédimentation et d'une filtration. Les résidus métalliques doivent être récupérés, les boues doivent être déshydratées avant élimination (incinération ou rejet en décharge).	Réduction de la teneur en COT dans les eaux rejetées. Réduction de la teneur en métaux lourds dans les eaux rejetées.	Ces métaux sont utilisés comme catalyseurs dans l'étape de synthèse directe. Effets croisés notables : <ul style="list-style-type: none"> ▪ consommation de produits chimiques pour la précipitation/floculation (par exemple hydroxyde de calcium), ▪ consommation d'énergie, ▪ l'étape de précipitation/floculation produit des boues qui doivent être éliminées. Voir § 6.3.4.9 (traitement des eaux usées issues de la production de PDMS).
	Réduction de la DBO/DCO de l'effluent d'eau sortant du prétraitement en appliquant une étape biologique .	Réduction de la teneur en COT dans les eaux rejetées	Voir § 6.3.4.9.
	Mettre en place pour le traitement des eaux usées une source d'énergie de secours automatique se déclenchant automatiquement en cas de coupure de courant ou installer un stockage de volume adéquat pour les eaux usées non traitées.	Limitations des risques de déversements accidentels en cas de coupure de courant.	Voir § 6.3.4.18 (source d'énergie de secours).
Spécialités inorganiques explosives	Mesures de sécurité (sans préjuger de l'application de la directive Seveso II - 96/82/EC)		
	Séparation sur le site des locaux de stockage et de ceux dans lesquels s'effectue la fabrication .	Evite un effet «domino» en cas d'explosion.	Voir § 6.4.2.6 (Séchage des explosifs SIC) et § 6.4.2.7 (Manipulation et stockage des explosifs SIC).
	Stockage des explosifs SIC dans des bâtiments équipés d'une protection électrique (plans d'encastrement) et de systèmes de sécurité.	Evite les risques de déclenchement d'explosions.	Aucun problème environnemental spécifique n'est associé au stockage de produits inorganiques explosifs, tant qu'une température maximale de 20 – 25 °C est maintenue pendant le stockage. Les systèmes de sécurité devront également comprendre des protections contre l'intrusion. Voir § 6.4.2.7.
	Protection des sols (vide dans le chapitre MTD, les données proviennent du § 6.4.4.5)		
	Les installations sont conçues, construites, exploitées et entretenues de manière qu'aucun déversement ne se produise. Elles sont hermétiques, stables et suffisamment résistantes contre de possibles contraintes mécaniques, thermiques et chimiques. Les fuites sont détectées rapidement et de manière fiable.	Prévention de la contamination du sol, des eaux de surface et des eaux souterraines.	Un volume de rétention d'au moins 110 % de la capacité du réservoir ou du cylindre le plus grand dans la zone d'intérêt et d'au moins 25 % de la capacité totale du volume stocké/manipulé est souvent utilisé comme référence. Pour d'autres données opérationnelles, voir § 6.4.4.5 (protection des sols).
	Réduction des émissions dans l'air		
	Pour éviter les émissions de particules dans l'air lors du séchage d'explosifs SIC, le débit d'air chaud devra être le plus faible possible.	Réduit les émissions des explosifs SIC dans l'air.	La zone de séchage est composée d'armoires intégrées dans lesquels les plateaux sont déposés. De l'air chaud (65 – 70 °C) circule dans les placards à travers les plateaux et sèche les cristaux humides. Le temps de résidence dans la zone de séchage est d'environ 72 heures. L'air chaud circule à un débit faible afin d'éviter les émissions de particules (issues de la poudre explosive SIC) dans la salle de séchage. Les explosifs SIC (principalement le trinitroresorcinate) ne sont souvent pas séchés et directement mélangés avec d'autres produits dans une phase 'humide'. Voir § 6.2.4.6.

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Spécialités inorganiques explosives	Traitement des eaux usées		
	Recueil de toutes les eaux utilisées dans le procédé (eaux mères, eaux de lavage, eaux de nettoyage) pour les diriger vers une station de traitement.	Réduction des rejets dans le milieu récepteur.	
	Réduction des impuretés organiques contenues dans les eaux usées par utilisation de charbon actif .	Réduction efficace de la DCO libérée dans les eaux récep- trices. Elimination des substances colorées dans les eaux usées.	Effet croisé : consommation de charbon actif. Après traitement au charbon actif, la DCO de l'effluent d'eau est réduite de > 1500 mg à < 600 mg O ₂ /l (NON MTD). Voir § 6.4.4.3 (réduction de la DCO par traitement au charbon actif).
	Prétraitement des eaux usées dans des conditions acides (par exemple en utilisant de l'acide sulfurique ou de l'acide nitrique) afin de décomposer chimiquement (réaction d'oxydation) les traces de substances explosives contenues dans les eaux usées.	Elimination des substances chimiques (toxiques et) explo- sives (azide de plomb) issues des eaux usées.	Effets croisés : consommation de nitrite de sodium et d'acide niti- que, émission d'oxydes d'azote. Ce prétraitement peut s'utiliser avant le traitement d'élimination du plomb présenté ci-dessous. Voir § 6.4.4.4 (destruction des impuretés explosives issues des eaux usées).
	Réduction de la quantité de plomb dans les eaux usées par précipita- tion avec des anions sulfate et/ou carbonate .	Réduction de la concentration en plomb dans les eaux usées libérées. Possibilité de récupération du plomb dans des fours métal- lurgiques.	Effets croisés : consommation d'acide sulfurique (H ₂ SO ₄), consom- mation de carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃). Les précipitants doivent être éliminés en tant que boues. <i>Exemple d'efficacité du traitement dans une usine espagnole :</i> Production d'azide de plomb ; concentration totale en plomb dans les eaux usées avant prétraitement= 1500 mg/l Concentration totale en plomb dans les eaux usées après prétraitement et avant rejet dans une SEEU centrale sur site = 5 mg/l. Voir § 6.4.4.1 (élimination du plomb).
	Recyclage des eaux de procédé en utilisant un évaporateur/concentra- teur .	Diminution de la consomma- tion d'eau. Objectif : atteindre une con- sommation d'eau de procédé ≤ 50 m ³ /tonne d'explosifs SIC (MTD - voir § 6.4.3.3 - consom- mation d'eau).	MTD utilisable quand l'échelle de production et/ou le rapport entre le coût énergétique/le coût de l'eau le justifie (voir § 6.4.4.2 - éli- mination des traces de matériaux explosifs contenant du plomb). L'eau est utilisée dans la production d'explosifs SIC pour : <ul style="list-style-type: none">▪ mettre les matières premières en solution (voir § 6.4.2.3),▪ laver les cristaux explosifs dans l'étape de purification (voir § 6.4.2.5),▪ nettoyer l'équipement,▪ refroidir l'équipement.
	Traitement des eaux usées rési- duelles par traitement biologique, nitrification/dénitrification .	Diminution des rejets.	
	Déchets solides		
	Récupération du plomb contenu dans les résidus solides (boues issues du traitement des eaux usées) et envoi vers l'industrie métallurgique du plomb ou élimination de ces résidus solides contenant du plomb de ma- nière adéquate.	Diminution des rejets de plomb. Diminution de la consomma- tion en plomb.	Dans le procédé de production de l'azide de plomb, les déchets proviennent des boues du traitement des eaux usées (contenant du carbonate de plomb – PbCO ₃) qui sont recueillies, placées dans des cylindres métalliques et éliminées par un sous-traitant. Dans le procédé de production de trinitroresorcinate de plomb, les déchets proviennent des boues du traitement des eaux usées (contenant du sulfate de plomb – PbSO ₄) qui sont recueillies et éliminées par un sous-traitant. Voir § 6.4.3.6 (déchets solides) et § 6.4.4.1.
Cyanures	Réduction des déchets		
	Utilisation de matières premières NaOH/KOH à faible teneur en mé- taux lourds . (métaux lourds totaux < 5 ppm et Hg<0,1 ppm - non MTD).	Réduction de la quantité de déchets contenant des ions de métaux lourds. L'exposition du personnel aux métaux lourds, particulière- ment le mercure, le plomb, et le nickel est réduite,	L'optimisation technique des procédés conduit également à des performances environnementales optimales. Cette MTD permet également une meilleure qualité et une meilleure durée de vie des produits finis, ainsi qu'une réduction des déchets dans les installations de galvanoplastie. Voir § 6.5.4.10 (utilisation de NaOH et de KOH avec une faible teneur en métaux lourds).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Réduction des émissions dans l'air (production de cyanure solide)		
	Réduction des émissions de COV issues de l'étape de séchage en inci- nérant l'air du procédé.	<p>Elimination des COV (par exemple le benzène) issus des gaz résiduels, pour atteindre un rendement d'élimination = 99,9% (MTD).</p> <p>Concentration en COV dans l'air = 0-0,01 g/tonne de NaCN ou KCN à 100% (MTD).</p> <p>Economie de carburant au gaz naturel en utilisant du benzène contenu dans les courants d'air en tant que carburant</p> <p>La chaleur récupérée à partir de l'incinération est utilisée pour sécher les cristaux de cyanure.</p>	Voir § 6.5.4.2 (incinération de l'air du procédé contenant des composés organiques volatils) § 6.5.3.4 (émissions dans l'air).
	Réduction des émissions d'HCN et de NH₃ en utilisant un laveur basique avec une solution de NaOH pour réduire HCN et un laveur acide avec une solution d'H ₂ SO ₄ pour réduire NH ₃ .	<p>Niveaux d'émissions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - HCN = 0,5-2 g/tonne de NaCN ou KCN à 100% (MTD). - NH₃ = 0,7-3 g/tonne de NaCN ou KCN à 100% (MTD). <p>Pas d'eaux usées issues du laveur basique (réutilisation de la solution du laveur basique dans le procédé pour remplacer les matières premières).</p>	<p>La solution utilisée dans le laveur basique est recyclée dans le procédé pour remplacer les matières premières dans l'étape de neutralisation/cristallisation (voir figure 6.25). La solution de sulfate d'ammonium formée dans le laveur acide peut être recyclée en dehors du site (par exemple dans des usines produisant des fertilisants).</p> <p>Pour de raisons de sécurité, le confinement secondaire du laveur acide est complètement séparé du confinement secondaire du laveur basique et du reste du bâtiment de production, afin d'éviter, en cas d'accident, que des acides entrent en contact avec les solutions contenant du cyanure, une situation qui conduirait à l'émission d'HCN dans l'environnement.</p> <p>Voir § 6.5.4.4 (élimination d'HCN et de NH₃ des gaz résiduels).</p>
	Réduction des émissions de NO_x en utilisant une combinaison des techniques suivantes :	<p>Réduction des émissions de NO_x dans l'air.</p> <p>Valeur de NO_x à atteindre = 100-500 g/tonne de NaCN ou KCN à 100% (MTD)</p>	<p>Les émissions de CO₂ et de NO_x proviennent de la combustion du gaz naturel utilisé pour alimenter les réchauffeurs d'air qui servent à sécher les cristaux de NaCN/KCN avant le compactage. Les gaz de combustion (CO₂ et NO_x) issus des réchauffeurs sont émis dans l'air.</p> <p>Voir § 6.5.3.4.</p>
	<p>a) optimisation de la construction du brûleur,</p> <p>b) réduction des composants azotés dans les gaz du procédé,</p> <p>c) séparation des flux gazeux concentrés en NO_x de ceux non concentrés,</p> <p>d) réduction des débits.</p>		
	Gestion des eaux usées		
	<p>Les niveaux suivants (exprimés en g/tonne de NaCN ou KCN à 100%) devront être obtenus (MTD) : NH₄(+)-N = 400 – 2000, DCO = 800 – 4000, CN = 0,4 – 6, COT = 300 – 1500 g/tonne. Ces niveaux sont indiqués après détoxification et avant le traitement biologique dans la station d'épuration des eaux usées.</p>		
	<p>Réduction de la concentration des cyanures dans l'eau en utilisant des techniques d'oxydation des cyanures tels les peroxydes H₂O₂.</p> <p>L'utilisation de l'hypochlorite (ClO⁻) est considérée comme MTD lorsque l'effluent contenant les cyanures à détoxifier est exempt de matières organiques et quand aucun hypochlorite libre n'est laissé dans l'effluent après la réaction d'oxydation.</p>	<p>Elimination d'HCN/CN⁻ dans les gaz résiduels et les eaux usées.</p> <p>Réutilisation des flux d'eaux usées en tant que matières premières.</p> <p>Pas d'AOX dans les eaux usées.</p> <p>Pas de déchets contaminés.</p>	<p>Un pH de 9 – 10 doit être maintenu afin d'éviter la libération d'acide cyanhydrique (HCN).</p> <p>Voir § 6.5.3.5 (émissions dans l'eau) et § 6.5.4.1 (utilisation de H₂O₂ en tant qu'agent oxydant).</p>
	Recyclage des flux d'eau contenant des cyanures dans le procédé.	Remplacement de la matière première dans l'étape de neutralisation/cristallisation.	Voir § 6.5.4.1.

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Réduction des émissions dans le sol		
	Utilisation d'une protection pour les sols et des systèmes pour la production des cyanures entièrement hermétiques.	Evite l'émission de cyanure solide ou en solution dans l'environnement.	Les cyanures solides et liquides réagissent avec le dioxyde de carbone pour libérer de l'HCN seulement quand ils sont exposés à de l'air humide. Voir § 6.5.2.11 (manipulation et stockage des cyanures).
	Stockage des cyanures : utilisation d'une zone couverte spécifique équipée de systèmes de sécurité et de lutte contre les incendies largement dimensionnés.	Réduction de la contamination des sols et de l'eau. Réduction des matériaux de travaux publics contaminés.	Voir § 6.5.2.10 (emballage et stockage des cyanures).
	Mettre en place un double confinement pour les sols et les exhaures de l'usine : a. le confinement doit être dimensionné pour contenir le volume du plus gros équipement de l'installation, b. on utilisera l'acier, l'acier inoxydable ou des matériaux plastiques spéciaux pour le confinement, qui résistent aux cyanures.	Réduction de la contamination des sols. Réduction des matériaux de travaux publics contaminés.	Voir § 6.5.4.7 (double confinement des usines de cyanure).
	Récupération d'énergie		
	Recyclage de la chaleur libérée lors de la réaction de neutralisation pour vaporiser l'eau dans l'étape de cristallisation ultérieure.	Réduction de la consommation d'énergie.	La réaction de neutralisation entraîne une libération d'énergie de 460 kJ/mol. Cette énergie est utilisée dans la vaporisation ultérieure de l'eau pour former les cristaux NaOH ou de KOH (cristallisation). Voir § 6.5.2.4 (neutralisation/cristallisation).
	Réduction de la consommation d'eau		
	Une réduction de la consommation d'eau doit se faire à partir des étapes suivantes : a. réutilisation du filtrat issu de l'étape de filtration dans le cristalliseur, b. réutilisation des eaux de nettoyage dans le procédé de production, c. utilisation d'un système de nettoyage en place .	Recyclage des eaux usées contenant des cyanures dans le procédé, Réduction des émissions dans l'environnement et les zones de travail.	Les cristaux de NaCN ou KCN sont séparés de la solution par filtration (des filtres à tambour ou filtres presses sont utilisés en tant que dispositif de filtration). En fonction du dispositif de filtration utilisé, entre 2 et 15 % de l'eau reste dans le cyanure solide. Pendant la production, le cyanure solide s'accumule dans les conduits, les machines et les cuves et peut au bout du compte causer un dysfonctionnement ou un blocage de l'équipement. Un système « Nettoyage en place (NEP) » permet un nettoyage et un rinçage de l'équipement dans un système fermé. Voir § 6.5.2.5 (filtration), § 6.5.4.3 (systèmes de nettoyage en place), § 6.5.3.6 (déchets solides).
	Stockage et emballage des produits		
	Réduire au minimum les risques d'accidents en stockant les cyanures dans des zones séparées des secteurs où se trouvent les oxydants forts (par exemple les nitrates, les chlorates, l'acide nitrique et les peroxydes).	Réduction du risque de production d'HCN.	La stabilité des cyanures solides dans des conditions sèches et sans air est très élevée, même à des températures assez élevées. Les cyanures solides et liquides réagissent avec le dioxyde de carbone pour libérer de l'HCN seulement quand ils sont exposés à de l'air humide : $2 \text{ NaCN} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \Rightarrow 2 \text{ HCN} + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{Na}^+$ Les cyanures sont stockés dans un endroit sec et protégé contre la corrosion. Les salles de stockage sont bien ventilées. Le stockage des cyanures est séparé des oxydants forts (par exemple les nitrates, les chlorates, l'acide nitrique et les peroxydes), des acides, des aliments et des denrées alimentaires, du dioxyde de carbone, de l'eau et des produits contenant de l'eau. Voir § 6.5.2.11 (manipulation et stockage des cyanures).
	Réduction des déchets contaminés en utilisant des conditionnements consignés : Une fois que le client a vidé les emballages, ils sont scellés et retournés au producteur.	Réduction de la quantité d'emballage et de déchets contaminés	Voir § 6.5.4.5 (conditionnement consigné pour le transport des cyanures solides).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Cyanures	Stockage et emballage des produits		
	<p>Stockage des cyanures solides dans des bâtiments couverts, munis de grillage et verrouillés.</p> <p>a. s'assurer qu'aucune eau de pluie et aucune eau de surface ne puisse pénétrer les bâtiments de stockage,</p> <p>b. fournir des mousses alcalines en tant qu'agent extincteur d'incendie dans les bâtiments de stockage afin de l'utiliser en cas d'incendie.</p>	<p>Réduction de la contamination des sols et de l'eau.</p> <p>Réduction des matériaux de construction contaminés.</p> <p>Amélioration du respect des normes de sécurité et de sûreté.</p>	<p>Les cyanures solides se dissolvent facilement dans l'eau, les bâtiments de stockage sont donc construits pour qu'aucun eau de pluie et aucune eau de surface ne puisse y pénétrer. L'utilisation d'eau est interdite pour éteindre des incendies dans le bâtiment.</p> <p>L'utilisation de mousses acides est interdite car de l'HCN pourrait être libéré en utilisant ce genre de mousse.</p> <p>Voir § 6.5.4.9 (mesures de stockage pour les cyanures solides).</p>
	Fonctionnement de l'usine		
	<p>Utilisation d'un système de contrôle automatisé pour faire fonctionner l'usine et application des principes du code international de gestion des cyanures. Ceci inclut à la fois :</p> <p>a. l'application de normes rigoureuses pour la sécurité, l'environnement et la qualité dans la production des cyanures,</p> <p>b. la mise en œuvre d'activités comme l'audit, la certification, et la formation du personnel de l'usine.»</p>	<p>Réduction des émissions, réduction des eaux usées contaminées.</p> <p>Hygiène et sécurité des travailleurs.</p> <p>Réduction de la consommation de matières premières.</p>	<p>Le Code International de Gestion des Cyanures (CIGC) pour la fabrication, le transport et l'utilisation des cyanure dans la production d'or est un code d'industrie volontaire développé par un comité à parties prenantes multiples formé sous l'auspice du Programmes des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et du Conseil International des Métaux et de l'Environnement (CIME).</p> <p>Voir § 6.5.4.8 (application du Code international de gestion des cyanures - CIGC) et code international de gestion des cyanures.</p>
	Formation du personnel		
	<p>Employer un personnel avec une formation initiale de haut niveau, et bénéficiant d'une formation continue. Ceci inclut tous les points suivants :</p> <p>a. disposer d'un personnel qui possède une formation initiale en génie chimique et en exploitation,</p> <p>b. constamment former le personnel de l'usine sur les travaux,</p> <p>c. régulièrement évaluer et enregistrer les performances du personnel,</p> <p>d. régulièrement former le personnel sur la façon dont ils doivent réagir aux situations d'urgence, sur l'hygiène et la sécurité au travail, et sur les règlements de sécurité concernant les produits et le transport.</p>	<p>Réduction des risques d'incident et d'accident qui pourraient entraîner des émissions dans l'air, dans l'eau et dans les sols.</p>	<p>Voir § 6.5.4.11 (formation initiale de haut niveau et formation continue du personnel).</p>
	Techniques émergentes		
	<p>Production de cyanure brevetés conduisant à la formation directe de cyanure dans un réacteur à lit fluidisé en utilisant une solution basique et de l'HCN gazeux comme matières premières.</p> <p>Séchage des cristaux de cyanure dans un réacteur à lit fluidisé (brevet Degussa).</p>	<p>Ces procédés ne sont actuellement pas appliqués industriellement et ne peuvent donc pas encore être considérés comme MTD, mais comme des techniques émergentes.</p>	<p>Tout procédé conduisant directement à un matériau solide transportable qui satisfait aux normes de qualité et de sécurité requises par le client peut idéalement être considéré comme une MTD. C'est le cas des procédés brevetés pour former des granules de cyanure – mais ce procédé n'est pas encore utilisé pour des opérations à grand échelle et doit être considéré comme une technologie émergente.</p>
	<p>Les développements concernant l'élimination électrochimique des cyanures dans les eaux usées sont abordés dans la section 7.4.</p>	<p>L'élimination électrochimique des cyanures dans les eaux usées étant une technique qui consomme beaucoup d'énergie, sa viabilité d'un point économique pour la production des cyanures décrits dans la section 6.5 est mise en doute.</p>	<p>Cependant, la technique pourrait être applicable dans les cas où les traitements chimiques (c.-à-d. oxydation chimique) ne sont pas réalisables ou possibles (comme dans les applications à faible volume et d'utilisation finale, pour lesquelles une usine consacrée uniquement au traitement des eaux usées n'est pas économiquement viable).</p>