

Mesures MTD propres à certains process illustratifs

⇒ Glossaire

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Ammoniac	Généralités		
	Appliquer les MTD communes présentées au § 1.5 (Partie «MTD pour l'ensemble du secteur» du présent document de synthèse).		
	Stockage : appliquer les MTD présentées dans le BREF «Émissions des stockages».		
	Reformage		
	Reformage conventionnel amélioré.	<p>Economies d'énergie (voir tableau 2.6), réduction des émissions de NO_x (voir tableau 2.7).</p> <p>Niveau d'émissions de NO_x associé à la MTD (procédé avancé) 90-230 mg/Nm³.</p> <p>Emissions de NO_x usuellement observées (non MTD) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - reformage à la vapeur 200-400 mg/Nm³. - procédé avancé 129-157 mg/Nm³. 	<p>Le reformage est nécessaire pour produire à partir d'hydrocarbures et de vapeur d'eau l'hydrogène nécessaire à la synthèse de l'ammoniac.</p> <p>Emissions quand même relativement élevées de NO_x. Le taux de 90 mg/Nm³ est obtenu par les usines existantes les plus performantes et les installations nouvelles.</p> <p>Voir § 2.2.3 pour le principe du reformage et § 2.4.1 pour les différentes techniques du reformage conventionnel amélioré.</p>
	Reformage primaire réduit et augmentation de l'air au niveau du reformage secondaire.	<p>Réduction des émissions de NO_x.</p> <p>Niveau d'émissions de NO_x associé à la MTD (reformage primaire réduit) 90-230 mg/Nm³.</p>	<p>Augmentation des besoins en énergie et en air de procédé.</p> <p>Voir § 2.4.2.</p>
	Reformage autothermique : utilisation de chaleur du gaz du reformeur secondaire pour chauffer le reformeur primaire.	Niveau d'émissions de NO _x associé à la MTD : 20-80 mg/Nm ³ .	<p>Utilisation d'air enrichi en oxygène ou d'un volume d'air plus important. Besoins en énergie plus importants. Applicable aux nouvelles usines.</p> <p>Voir § 2.4.3.</p>
	Réduction des émissions de NO_x : niveaux d'émission associés aux MTD ⇒ voir tableau 2.13.		
	Procédé de réduction non catalytique sélective (RNCS) des NO _x au niveau du reformeur primaire.	Diminution des émissions pouvant atteindre 40 à 70% (non MTD).	<p>Implique des contraintes au niveau de la température de travail (température optimale = 870°C si l'agent réducteur est l'ammoniac, 1000°C si l'agent réducteur est l'urée) et du temps de rétention (0,2 à 0,5 s).</p> <p>Dans les usines d'ammoniaque, normalement l'ammoniac est utilisée comme agent de réduction, puisqu'il est disponible sur site ⇒ consommation de NH₃.</p> <p>Formation potentielle de N₂O.</p> <p>Voir § 2.4.10.</p>
	Brûleurs à bas NO_x .	Diminution des émissions pouvant atteindre 70% (non MTD).	<p>Pour plus de détails voir le document de référence BREF Grandes installations de combustion (LCP).</p> <p>Voir § 2.4.23.</p>
	Extraction de l'ammoniac des gaz de purge par lavage à l'eau .	Émissions réduites de NO _x et de NH ₃ .	<p>Consommation d'énergie</p> <p>Voir § 2.4.22.</p>
	Désulfuration à basse température pour le reformage autothermique.		L'utilisation de catalyseurs ayant une température de fonctionnement plus basse autorise le préchauffage avec la vapeur basse température au lieu d'un chauffage direct (brûleur). Voir § 2.4.13.
	Maîtrise de la consommation d'énergie : Niveaux de consommation d'énergie associés aux MTD (concepts reformage conventionnel amélioré, reformage primaire réduit, reformage autothermique) : 27,6 - 31,8 GJ (LVH) /tonne de NH₃.		
	Réalisation régulière d' audits énergétiques .	Fournit la base pour les stratégies d'amélioration.	<p>La réalisation d'un audit complet et détaillé implique une investissement en temps important, il est donc normal de procéder par étapes : benchmarking, audit exploratoire, audit approfondi.</p> <p>Voir § 2.4.6.</p>

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Ammoniac	Maîtrise de la consommation d'énergie (suite)		
	Préchauffage de l'alimentation en hydrocarbures .	Réduction de la consommation d'énergie de 36,0 à 31,1 GJ/tonne (carburant + alimentation - NON MTD).	Voir § 2.4.4 + tableau 2.11.
	Installation de turbines à gaz de seconde génération.	Émissions de NO _x réduites à <200 mg/Nm ³ grâce à un faible excès d'oxygène (NON MTD).	Fortes économies d'énergie, mais augmentation potentielle des émissions de NO _x . Voir § 2.4.4 + tableau 2.11 , et § 2.4.8.
	Modification des brûleurs pour assurer la distribution adéquate des gaz d'échappement des turbines à gaz dans les brûleurs.		Voir § 2.4.4 + tableau 2.11.
	Réarrangement des serpentins et augmentation des surfaces d'échange .		Voir § 2.4.4 + tableau 2.11.
	Préchauffage de l'air de combustion.	Economies d'énergie.	Augmentation des émissions de NO _x . Si une quantité importante de préchauffage de l'air est appliquée et qu'aucuns gaz perdus de turbine à gaz ne peuvent être utilisés, on peut passer de 90 mg/Nm ³ (270 g/tonne de NH ₃) à 130 mg/Nm ³ (390 g/tonne de NH ₃). Voir § 2.4.12.
	Pré-reformage en amont du reformage primaire associé à un projet approprié d'économie de vapeur.	Economies d'énergie : 5 à 10 % (NON MTD). Réduction des émissions dans l'air.	Voir § 2.4.5.
	Amélioration de l' extraction de CO₂ . Par exemple, utilisation de catalyseurs spécifique dans un système d'extraction «carbonate de potassium à chaud».	Économies d'énergie possibles : 0,8 à 1,9 GJ/tonne NH ₃ (non MTD).	Voir § 2.4.11.
	Désulfuration basse température .	Economies d'énergie, réduction des émissions de NO _x .	Voir § 2.4.13.
	Conversion isotherme (principalement pour les installation nouvelles). La réaction de conversion (CO-> CO ₂) est exothermique, l'extraction de la chaleur permet d'atteindre des concentrations de CO résiduelles très basses. De plus, l'absence de catalyseurs au chrome empêche la réaction de Fischer Tropsch (formation d'hydrocarbures, alcools, esters, cétones, ...).	Economie d'énergie. Pas de catalyseur au chrome, son élimination n'est donc plus nécessaire. Temps de démarrage du système plus court, donc des émissions plus faibles.	Cette technique est principalement applicable aux nouvelles installations de reformage autothermique Voir § 2.4.14.
	Utilisation de particules de catalyseur plus petites pour la synthèse de l'ammoniac.	Economies d'énergie et de catalyseur.	Pertes de charge plus importante dans le réacteur de synthèse d'où une limitation des économies d'énergie potentielles. Voir § 2.4.15.
	Utilisation de catalyseur (ruthénium avec un promoteur alcalin supporté par du graphite) dont la pression de travail est plus basse .	Économie de 1,2 GJ/tonne NH ₃ (non MTD).	Voir § 2.4.17.
	Utilisation de catalyseur résistant au soufre pour la réaction de conversion du gaz de synthèse issu du procédé d'oxydation partielle.	Economies d'énergie.	Dans cette configuration, CO ₂ et H ₂ S sont éliminés (lavage au méthanol) après la réaction de conversion, d'où la nécessité d'un catalyseur de conversion résistant au soufre. Cette technique est principalement applicable aux nouvelles installations d'oxydation partielle. Voir § 2.4.18.
	Lavage à l'azote liquide pour la purification finale du gaz de synthèse (oxydation partielle).	Efficacité accrue de la boucle de synthèse.	Les impuretés (CO, CO ₂ et CH ₄) sont dissoutes dans l'azote liquide, elles sont ensuite récupérées par distillation et utilisées comme combustible. Cette technique est principalement applicable aux nouvelles installations d'oxydation partielle. Voir § 2.4.19.

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Ammoniac	Maîtrise de la consommation d'énergie (suite)		
	Refroidissement indirect du réacteur de synthèse d'ammoniac.	Economies d'énergie, efficacité accrue de la boucle de syn- thèse, économies de catalyseur.	Le réacteur contient plusieurs lits de catalyseurs et la chaleur est extraite par des échangeurs au lieu d'injecter du gaz de synthèse froid. Cette technique est applicable aux installations nouvelles et existantes de reformage à la vapeur ou d'oxydation partielle. Voir § 2.4.20.
	Récupération de l'hydrogène dans le gaz de purge de la synthèse de l'ammoniac.	Economies d'énergie.	Différentes technologies (séparation cryogénique, membranes, PSA) peuvent être mise en œuvre pour séparer l'hydrogène qui est réutilisé pour la synthèse de l'ammoniac. Cette technique est applicable aux installations nouvelles et existantes de reformage haute pression à la vapeur. Voir § 2.4.21.
	Mise en œuvre de contrôle avancé du procédé.		Voir § 2.4.7.
	Gestion des effluents		
	Pour le procédé «oxydation partielle», récupération du soufre dans les effluents gazeux, par exemple, en combinant une unité Claus et un traitement des gaz résiduels.	Efficacité de récupération du soufre entre 98,66 et 99,99 % (unité Claus + traitement des gaz résiduels - non MTD).	Voir § 2.4.9 et section MTD du BREF «Huiles minérales et raffineries».
	Extraction de l'ammoniac des condensats par entraînement.	Réduction des émissions dans l'eau.	Cette technique est applicable aux installations nouvelles et existantes de reformage à la vapeur ou d'oxydation partielle. Voir § 2.4.16.
	Récupération de l'ammoniac dans les gaz de purges et réutilisation pour le reformage primaire.		
	Gestion des phases de démarrage/d'arrêt et de fonctionnement anormal pour limiter les émissions. Pendant ces périodes, des émissions fugitives peuvent se produire. Afin de limiter ces émissions il est possible de : - <i>réduire la durée</i> des phases de démarrage/d'arrêt ; - utiliser du <i>gaz inerte recyclé</i> pour le préchauffage ; - utiliser la rampe de préchauffage <i>la plus rapide possible</i> , compatible avec les équipements et les catalyseurs ; - <i>brûlage des gaz émis</i> lors de ces phases.	Réduction des émissions.	Voir § 2.2.5 (généralités concernant les phases de démarrage/arrêt) et § 2.4.25 (gestion du démarrage, de l'arrêt et des conditions anormales de fonctionnement).
Acide nitrique	Généralités		
	Appliquer les MTD communes présentées au § 1.5 (Partie «MTD pour l'ensemble du secteur» du présent document de synthèse).		
	Stockage : appliquer les MTD présentées dans le BREF «Émissions des stockages».		
	Source d'énergie		
	Utilisation de sources d'énergies renouvelables , de vapeur provenant de cogénération , ou d' électricité .		
	Réduction des émissions de N ₂ O : niveaux d'émission lié à la mise en œuvre des MTD pour les procédés M/M, M/H, H/H Usines nouvelles ⇒ 0,12 - 0,6 kg/t HNO ₃ (20-100 ppmv), usines existantes ⇒ 0,12 - 1,85 kg/t HNO ₃ (20-300 ppmv), pas de données pour procédé L/M (abréviations anglaises : H = high, M=medium, L=low).		
	Optimisation de la filtration , du mélange des matières premières et de leur répartition sur le catalyseur (voir § 3.4.1).	Production optimisée de NO • minimisation de la formation de N ₂ O.	Pour des détails sur la classification des procédés, voir tableau 3.1. Pour une explication des réactions utilisées, voir § 3.2.2. <i>Point de vue divergent</i> pour les unités existantes du fait du retour d'expérience limité pour la mise en œuvre de procédés de réduction de N ₂ O, il est demandé d'étendre le domaine jusqu'à 2,5 kg/t HNO ₃ .

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Acide nitrique	Réduction des émissions de N_2O (suite)		
	Contrôle de la performance du catalyseur et ajustement de la durée des campagnes (voir § 3.4.1).	Production optimisée de NO • minimisation de la formation de N_2O .	Une augmentation brutale de la concentration de N_2O peut indiquer la dégradation des grilles de catalyseur. Coût additionnel dû à la mise en place de contrôles. Coût additionnel dû au changement plus fréquent du catalyseur si la durée des campagnes est réduite.
	Optimisation du rapport NH_3/air .	Production optimisée de NO • minimisation de la formation de N_2O .	La valeur optimale du rapport NH_3 /air est 14,38 % (rapport stoechiométrique). D'un point de vue opérationnel le rapport est compris entre 9,5 et 10,5 % (non MTD) pour deux raisons principales : <ul style="list-style-type: none">▪ l'efficacité de conversion diminue à des rapports NH_3/air plus élevés,▪ la limite inférieure d'explosivité dans l'air de 15 % (v/v) chute quand la pression augmente (limite indicative de sécurité = 11% dans les systèmes haute pression, 13,5% dans les systèmes basse pression). Voir § 3.4.2.
	Optimisation de la pression et de la température dans le réacteur d'oxydation.	Production optimisée de NO • minimisation de la formation de N_2O .	La limite inférieure d'explosivité dans l'air de 15 % (v/v) chute quand la pression augmente. D'un point de vue thermodynamique, un haut rendement de formation de NO est favorisé par une pression basse et une température comprise entre 750 et 900°C (non MTD). Des températures plus élevées entraînent des pertes de catalyseur par vaporisation. Voir § 3.4.2.
	Décomposition de N_2O par l' allongement de la chambre du réacteur d'oxydation.	Réduction des émissions de N_2O . Une usine exemple réalise un niveau d'émission de N_2O de 2 – 3 kg/tonne 100 % HNO_3 ou environ 400 ppm (NON MTD). Abattement de 70 à 85 % de N_2O pour un temps de séjour compris entre 1 et 3 s (NON MTD).	L'allongement du temps de résidence à haute température (850-950°C) permet la décomposition de N_2O en O_2 et N_2 . Applicable aux nouvelles unités. Pas applicable pour les procédés basse pression. Procédé breveté (Yara). Voir § 3.4.5.
	Décomposition catalytique de N_2O dans la chambre de réaction.	Emissions moyennes entre 130 et 325 ppm (non MTD).	Le catalyseur spécifique pour la décomposition de N_2O est placé juste en dessous des grilles du catalyseur d'oxydation. Voir § 3.4.6 et tableau 3.12 pour des exemples d'usines appliquant la décomposition catalytique et les niveaux d'émissions obtenus (NON MTD).
	Abattement combiné des NO_x et de N_2O dans les gaz résiduels.	Abattement de 98-99 % de N_2O , niveau d'émission : 0,12-0,25 kg/t HNO_3 (20-40 ppm, NON MTD). Abattement de 99 % des NO_x niveau d'émission < 5 ppm (NON MTD).	Un réacteur catalytique est placé entre le réchauffeur de gaz résiduels et la turbine. Il contient deux lits de catalyseurs avec une injection intermédiaire d'ammoniac. Consommation de NH_3 . Voir § 3.4.7 et tableau 3.11.
	Réduction des émissions de NO_x (MTD): nouvelles usines ⇒ 5 à 75 ppmv (exprimé en NO_2), usines existantes ⇒ 5 à 90 ppmv (exprimé en NO_2), voir tableau 3.15		
	Optimisation de l'étape d'absorption .	Les niveaux de 40 – 50 ppm NO_x (82 – 103 mg NO_x /m ³) dans les effluents gazeux sont techniquement faisables (NON MTD).	Cette optimisation porte essentiellement sur la pression, la température et le contact entre NO_x , O_2 et H_2O . Les niveaux ci-contre sont obtenus avec les paramètres suivants : 15 bar, production d'un acide nitrique faiblement concentré, colonnes d'absorption complètement optimisées). La combinaison de la viabilité technique et économique d'une nouvelle colonne d'absorption, combinée avec la forte pression d'absorption, peut conduire à des valeurs de 100 – 150 ppm (210 – 308 mg de NO_x /m ³). Voir § 3.4.4 et tableau 3.10.

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Acide nitrique	Réduction des émissions de NO _x (suite)		
	Abattement combiné des NO _x et de N ₂ O dans les gaz résiduels.	Abattement de 98-99 % de N ₂ O, niveau d'émission : 0,12-0,25 kg/t HNO ₃ (20-40 ppm, NON MTD). Abattement de 99 % des NO _x niveau d'émission < 5 ppm (NON MTD).	Un réacteur catalytique est placé entre le réchauffeur de gaz résiduels et la turbine. Il contient deux lits de catalyseurs avec une injection intermédiaire d'ammoniac. Consommation de NH ₃ . Voir § 3.4.7.
	Réduction catalytique sélective des NO _x .	Abattement de 80 à 97 % des NO _x . Niveaux d'émission : 74 - 100 ppm (non MTD).	Consommation de NH ₃ . Voir § 3.4.9, tableau 3.8 et le BREF « Méthodes communes de traitement des effluents aqueux et gazeux dans le secteurs des industries chimiques » pour une description plus complète de la RCS.
	Addition de H₂O₂ au niveau de la dernière étape d'absorption. Cet ajout permet d'augmenter l'efficacité de l'absorption.	Niveau d'émission : 150 ppm (non MTD).	Consommation de H ₂ O ₂ . Voir § 3.4.10.
	Réduction des émissions de NO _x lors des phases de démarrage et d'arrêt de l'installation (voir § 3.4.11)		
	Chauffage des gaz résiduels pour atteindre la température de fonctionnement optimale des systèmes de deNO _x .	Réduction de 70 % des NO _x pendant la période de démarrage (non MTD).	Consommation d'énergie.
	Installation du système de réduction catalytique sélective basse température.	Réduction de 80 à 95 % des NO _x pendant la période de démarrage (non MTD).	Formation potentielle de dépôts de nitrate et de nitrite d'ammonium lors des phases de démarrage et d'arrêt. Risque d'explosion.
	Installation d'une tour de lavage basique (carbonate de sodium ou solution d'ammoniaque).	Réduction de 70 % des NO _x pendant la période de démarrage (non MTD).	Consommation importante d'eau. Formation d'une quantité importante de vapeur d'eau. La solution de lavage n'est pas recyclable et doit être éliminée comme un déchet.
	Installation d'une tour garnie d'un absorbant sec (silicagel ou tamis moléculaire).	Réduction de 70 % des NO _x pendant la période de démarrage (non MTD).	L'absorbant usagé doit être éliminé comme un déchet.
	Technique émergente		
	Abattement combiné des NO_x et de N₂O avec injection d'hydrocarbure (gaz naturel ou propane). Voir § 3.6.1.	Abattement attendu de 97 % de N ₂ O, niveau d'émission attendu : 0,12-0,25 kg/t HNO ₃ (20-40 ppm - non MTD). Abattement de 99 % des NO _x niveau d'émission < 5 ppm (NON MTD).	Une réacteur catalytique est placé entre le réchauffeur de gaz résiduels et la turbine. Il contient deux lits de catalyseurs avec une injection en tête d'ammoniac et une injection intermédiaire d'hydrocarbures. La température en entrée du réacteur catalytique doit être comprise entre 300 et 500°C. Consommation d'hydrocarbures et de NH ₃ . Pas d'information sur les émissions d'autres polluants (CO).
Acide sulfurique	Généralités		
	Appliquer les MTD communes présentées au § 1.5 (Partie «MTD pour l'ensemble du secteur» du présent document de synthèse). Stockage : appliquer les MTD présentées dans le BREF «Émissions des stockages».		
	Source d'énergie		
	Utilisation de sources d'énergies renouvelables , de vapeur provenant de cogénération , ou d' électricité .		
	Appliquer une combinaison des techniques suivantes, pour réaliser un taux de conversion de 99,7 à 99,92 % (MTD) et un niveaux d'émission de SO ₂ de 15 - 680 mg/Nm ³ (MTD). Détail en fonction du type de process dans le tableau 4.24. Les taux de conversion, les concentrations de SO ₂ dans les effluents gazeux et la charge spécifique de SO ₂ dans les effluents gazeux sont corrélés, voir la figure 4.7, la figure 4.8 et la figure 4.9.		
	Procédé à double contact/double absorption .	Taux moyens journaliers de conversion de au moins 99.7 - 99.9 % (NON MTD).	Après une première étape de conversion (SO ₂ ->SO ₃), le SO ₃ formé est absorbé pour produire une solution d'acide sulfurique à 98,5-99,5 %. L'extraction du SO ₃ permet de déplacer son équilibre de formation dans la seconde étape de conversion. Le SO ₃ formé dans la seconde étape est absorbé dans l'absorbeur final. Pas applicable pour des faibles teneurs en SO ₂ < 4,5 %). Voir § 4.4.2.

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Acide sulfurique	Appliquer une combinaison des techniques suivantes... (suite)		
	Procédé à simple contact/simple absorption .	<p>Les taux de conversion >98 % sont difficiles à atteindre dans les usines existantes. Cependant, certaines usines réalisent des taux de conversion de 98,5 %.</p> <p>Des taux de conversion d'environ 97,5% sont réalisés sans mesures de réduction primaires ou secondaires.</p> <p>Les nouvelles usines réalisent des taux de conversion de 98 – 99 %.</p>	<p>Après purification et séchage, le SO₂ est converti en SO₃ au travers de 4 lits de catalyseurs (V₂O₅, activation basique). Le SO₃ est absorbé dans une solution d'acide sulfurique concentrée.</p> <p>Emissions de SO₂ plus élevées s'il n'y a pas de mesures complémentaires.</p> <p>Voir § 4.4.1.</p>
	Addition d'un cinquième lit de catalyseur . Permet de compenser les variations de concentration en SO ₂ .	Émissions plus faibles de SO ₂ par des taux de conversion plus élevés.	<p>Si l'unité fonctionne avec le procédé double contact/double absorption, le cinquième lit de catalyseur est inséré avant l'absorbeur intermédiaire.</p> <p>Perte de charge plus importante nécessitant une consommation électrique plus importante au niveau de la compression des gaz.</p> <p>Pour des estimation du coût pour la mise à niveau d'une usine à double contact avec un 5^{ème} lit de catalyseur : voir tableau 4.11.</p> <p>Voir § 4.4.3.</p>
	Utilisation de catalyseur activé au Césium dans les quatrième et cinquième lits de catalyseurs.	<p>Dans des usines à double contact avec brûlage du soufre des taux de conversion du SO₂ de 99,9% et une réduction d'émission de 30 – 70% (comparé aux catalyseurs conventionnels) sont réalisable (NON MTD).</p> <p>Dans des usines à simple contact, les taux de conversion de 99,5% et des taux de réduction des émissions d'environ 50 – 70% sont réalisables (NON MTD).</p>	<p>La température de fonctionnement optimum des catalyseurs au césium est plus basse (380-400°C contre 420-660°C pour le catalyseur simple). La réaction de conversion étant exothermique, elle est favorisée par des températures plus basses.</p> <p>Nécessite un volume de catalyseur plus important d'où une perte de charge plus élevée.</p> <p>Moins intéressant si l'unité est équipée de système de récupération d'énergie.</p> <p>Voir § 4.4.4.</p>
	Passage d'une simple absorption à une double absorption.	Réduction des émissions de SO ₂ d'environ 75% (NON MTD).	<p>Si le gaz brut d'une usine à simple absorption contient plus de 4 % v/v de SO₂, l'usine peut être transformée en une usine à double contact par l'installation d'un absorbeur intermédiaire.</p> <p>Chute de pression supplémentaire de 70 mbar, besoin supplémentaire énergétique de 100 kW pour la compression, perte d'énergie recyclable.</p> <p>Pour les calculs de coût concernant la mise à niveau des usines de H₂SO₄, voir le tableau 14.1.</p> <p>Voir § 4.4.5.</p>
	Procédé humide .	<p>Permet la conversion des gaz de SO₂ humides.</p> <p>Émissions depuis le processus Concat : <200 ppm de SO₂ et <70 mg/Nm³ de SO₃ (NON MTD).</p> <p>Processus Topsøe WSA : taux de conversion : 99.3 % (NON MTD).</p>	<p>Le gaz alimentant le réacteur de conversion est humide (combustion ou conversion catalytique de H₂S). Le SO₃ formé réagit immédiatement avec l'humidité présente dans le gaz, l'acide sulfurique formé est récupéré par condensation.</p> <p>Possibilité de formation et d'émission de brouillard d'acide sulfurique.</p> <p>Voir § 4.4.8.</p>
	Couplage de procédés humide et sec .	<p>Permet la conversion des gaz de SO₂ humides.</p> <p>Taux de conversion du SO₂ jusqu'à 99.8 % (NON MTD).</p> <p>Émissions de SO₃ de 30 mg/Nm³ (NON MTD).</p>	<p>Adaptation du procédé double contact/double absorption pour la production d'acide sulfurique à partir de gaz ayant une faible teneur en H₂S. La première partie du réacteur fonctionne selon le procédé humide, la seconde selon le procédé sec.</p> <p>Adapté au traitement de gaz considérés comme un déchet.</p> <p>Voir § 4.4.9.</p>

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Acide sulfurique	Appliquer une combinaison des techniques suivantes... (suite)		
	Contrôle régulier et remplacement des catalyseurs, en particulier au niveau du premier lit.	Une perte d'activité du catalyseur a un effet préjudiciable sur la conversion du SO_2 et sur les émissions SO_2 .	Le vieillissement des catalyseurs peut être dû à la température élevée ou à la présence de poussières dans le gaz. Le remplacement des catalyseurs peut entraîner l'arrêt complet de l'unité [de production d'acide] mais aussi celui de l'usine fournissant le gaz à traiter (métallurgie). Voir § 4.4.12.
	Remplacement des convertisseurs à voûte en briques par des convertisseur en acier inoxydable .	Taux de conversion accru, amélioration des performances, réduction des émissions de SO_2 .	Voir § 4.4.6.
	Amélioration de la purification du gaz brut (usines métallurgiques).	Minimisation des effets négatifs sur les performances du catalyseur et sa durée de vie, réduction des émissions.	Le gaz brut provenant du grillage des minerais ou de la décomposition d'acides usagés peut contenir des contaminants, poisons pour les catalyseurs (poussières, métaux volatils, halogénures, CO, COV ...). Consommation d'énergie et de réactifs chimiques. Voir § 4.4.11 (techniques de purification) et tableau 4.16 (exemples de contaminants).
	Amélioration de la filtration de l'air , par exemple avec deux étages de filtration (combustion de soufre).		Voir § 4.4.12.
	Amélioration de la purification du soufre (combustion de soufre).		Voir § 4.4.12.
	Maintient de l' efficacité des échangeurs de chaleur .	Contribue à l'activité optimale du catalyseur.	Les échangeurs peuvent être dégradés par l'accumulation de poussière ou par la corrosion. L'activité optimale des catalyseurs dans le convertisseur dépend de l'efficacité des échangeurs de chaleur. Si le nettoyage est impossible, l'échangeur doit être remplacé. Voir § 4.4.13.
	Épuration des gaz résiduels , à condition que les sous produits puissent être recyclés sur le site .	<p><i>Épuration à l'ammoniac</i> : niveaux d'émission de SO_2 réduits de + de 88 %, niveau d'émission réalisable de 150 mg/Nm^3, effets positifs probables sur les émissions de brouillard de $\text{SO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ (NON MTD).</p> <p><i>Épuration au ZnO</i> : niveaux d'émission réalisables de 600 mg/Nm^3, effets positifs probables sur les émissions de brouillard de $\text{SO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ (NON MTD).</p> <p><i>Processus sulfacide</i> : émissions de SO_2 réduites de + de 90 %, effets positifs probables sur les émissions de brouillard de $\text{SO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ (NON MTD).</p> <p><i>Épuration au H_2O_2</i> : efficacités de retrait du SO_2 de 98 %, niveaux d'émission réalisables 60 mg/Nm^3 (NON MTD).</p>	<p><i>Épuration à l'ammoniac</i> : Le SO_2 est épuré avec une solution aqueuse de NH_3 et converti en $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3/\text{SO}_4$. Consomme des réactifs et de l'énergie. Sous produit : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$.</p> <p><i>Épuration au ZnO</i> : Le SO_2 est épuré avec une solution aqueuse de ZnO et converti en ZnSO_4. Consommation de réactifs et d'énergie. Sous produit : ZnSO_4.</p> <p><i>Processus sulfacide</i> : le gaz résiduel est humidifié avec de la vapeur et passé à travers un réacteur rempli de charbon actif. SO_2, SO_3 et H_2SO_4 sont absorbés, et SO_2 oxydé par l'O_2 en SO_3.</p> <p>La régénération du charbon actif avec de l'eau produit du H_2SO_4 à 20 – 25 %, qui peut être recyclé vers l'usine d'acide sulfurique. Consomme du charbon actif et de l'énergie.</p> <p><i>Épuration au H_2O_2</i> : du H_2O_2 ou du H_2SO_5 sont utilisés pour épurer et recycler le SO_2 des gaz résiduels. L'épuration produit du H_2SO_4 qui peut être recyclé vers l'étape d'absorption. Ce procédé ne crée pas de flux de déchets supplémentaire ou de sous produits.</p> <p>Consommation d'énergie et de réactifs chimiques. Production de sous produits.</p> <p>Voir :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ § 4.4.19 (épuration à l'ammoniac), ▪ § 4.4.20 (épuration au ZnO), ▪ § 4.4.21 (processus sulfacide), ▪ § 4.4.22 (épuration au H_2O_2).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Acide sulfurique	Contrôle des émissions		
	Contrôle continu des niveaux de SO₂ nécessaires pour régler le taux de conversion de SO ₂ et les niveaux d'émission.		
	Réduction des émissions de brouillard de SO ₃ /H ₂ SO ₄ par le contrôle des paramètres du procédé tels que : <ul style="list-style-type: none"> - utilisation de soufre contenant peu d'impuretés (combustion du soufre) ; - séchage du gaz et de l'air dans les procédés avec combustion (procédé sec) ; - utilisation de grandes surfaces de condensation (procédé humide) ; - optimisation de la distribution et du taux de circulation de l'acide ; - bougies filtrantes de haute efficacité et contrôle de l'efficacité ; - contrôle de la concentration et température de l'acide dans l'absorbeur ; - application des techniques de recyclage/abattement dans les processus humides, tels que l'ESP, WESP, l'épuration humide. 	Niveau d'émission de SO ₃ /H ₂ SO ₄ associé aux MTD : 10-35 mg/Nm ³ (moyenne annuelle). Voir tableau 4.25.	L'émission de brouillards de SO ₃ ou H ₂ SO ₄ a pour origine l'absorption incomplète (processus de contact sec) et surtout la condensation incomplète (processus de catalyse humide). D'autres paramètres dont le contrôle peut s'avérer utile : <ul style="list-style-type: none"> ▪ minimisation des variations de la concentration en SO₂ dans le gaz ; ▪ quantités en circulation ; ▪ contrôle du brouillard de SO₃/H₂SO₄. Consommation d'énergie et de réactifs chimiques. Voir § 4.4.16 et tableau 4.21. ESP : dépoussiéreur électrostatique. WESP : dépoussiéreur électrostatique humide.
	Recyclage des effluents de l' extraction «à l'air» du SO₂ .		L'acide sulfurique chaud est «lavé» avec de l'air afin de réduire la concentration du SO ₂ dissout à des niveaux inférieurs à 30 mg/kg. L'effluent gazeux est renvoyé vers le processus de contact. Voir tableau 4.6.
	Réduction des émissions de NO_x .	Niveau d'émission 20 mg/Nm ³ (non MTD).	A considérer plus particulièrement dans les cas suivants : <ul style="list-style-type: none"> ▪ la combustion du soufre ou de gaz soufrés à haute température, ▪ décomposition d'acides usagés, ▪ Grillage de minerais sulfurés ou de pyrites. Voir § 4.4.17.
Acide phosphorique	Généralités		
	Appliquer les MTD communes présentées au § 1.5 (Partie «MTD pour l'ensemble du secteur» du présent document de synthèse).		
	Stockage : appliquer les MTD présentées dans le BREF «Émissions des stockages».		
	Amélioration du rendement des unités existantes, pour atteindre des rendements en P₂O₅ de 94 - 98,5 % (MTD). Application d'une ou plusieurs des techniques suivantes :		
	Procédé di-hydrate.	Températures de fonctionnement faibles. Économie d'énergie pour le séchage de roche.	Procédé en 4 étapes : broyage du minerai, réaction avec l'acide sulfurique, filtration et concentration. Température comprise entre 70 et 80°C. Concentration de l'acide entre 26 et 32 % de P ₂ O ₅ . Rendement en P ₂ O ₅ faible (94 - 96%). Consommation d'énergie pour concentrer le produit final. Concentration résiduelle de phosphate importante (0,75%) dans le phosphogypse. Nécessite le broyage du minerai. Voir § 5.4.1 et § 5.2.2 (détail du process).
	Procédé di-hydrate amélioré.		Attaque du minerai en deux étapes (70 % du minerai, puis 30 % restant avec de l'acide sulfurique frais) ; temps de réaction prolongé ; récupération des phosphates résiduels dans le phosphogypse. Rendement en P ₂ O ₅ supérieur à 97,5%. Nécessite le broyage du minerai. Concentration résiduelle de phosphate de 0,58%) dans le phosphogypse. Voir § 5.4.1 et § 5.2.2 (détail du process).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Acide phosphorique	Amélioration du rendement des unités existantes, pour atteindre des rendements en P_2O_5 de 94 - 98,5 % (MTD). Appli- cation d'une ou plusieurs des techniques suivantes (suite) :		
	Procédé hémihydrate, recristallisa- tion, simple filtration.	Efficacité de la conversion : 97 % (non MTD). Consommation plus faible d'acide sulfurique.	Avec le procédé hémihydrate, ajout d'une étape de (re)cristal- lisation à plus basse température favorisant la transformation de l'hémihydrate en dihydrate (gypse) avant la filtration. Nécessite le broyage fin du minerai. Nécessite du matériel sophis- tiqué. Sulfate de calcium (gypse) plus pur. Voir § 5.4.3.
	Procédé hémihydrate, recristallisa- tion, double filtration.	Efficacité de la conversion : 98,5 % (non MTD). Sulfate de calcium plus pur : 0,19 % P_2O_5 (non MTD).	Avec le procédé hémihydrate, ajout d'une étape de (re)cristal- lisation à plus basse température favorisant la transformation de l'hémihydrate en dihydrate (gypse) suivi d'une seconde filtration. Pas de broyage, pas d'évaporation. Voir § 5.4.4.
	Procédé di-hémihydrate, recristalli- sation, double filtration.	Efficacité de la conversion : 98 % (non MTD).	Avec le procédé dihydrate, ajout d'une étape de chauffage et de (re)cristallisation à plus haute température favorisant la transfor- mation du dihydrate en hémihydrate suivi d'une seconde filtration la filtration. Le gypse peut être utilisé directement pour les plaques de plâtre, le plâtre ou comme retardateur de ciment, après l'ajout de chaux et une réhydratation naturelle en tas. Nécessite le broyage du minerai et l'utilisation de vapeur. Voir § 5.4.5.
	Repulpage (mise en suspension du sulfate de calcium, lavage et filtra- tion).	Augmente d'un point l'effica- cité du procédé (non MTD).	Applicable sur les unités «hémihydrate», investissements élevés à prévoir. Voir § 5.4.6.
	Choix du minerai.	Réduction des quantités d'acide nécessaire, optimisation du type et des quantités de sous produits, réduction des émis- sions dans l'environnement.	Objectifs : <ul style="list-style-type: none">■ atteindre un rendement élevé en minimisant la quantité d'acide utilisée (forte teneur en P_2O_5, ratio CaO/P_2O_5, présence de ma- tière organique et d'éléments indésirables (F, Fe, AL, Si, As, Cd), qualité physique).■ faciliter la réutilisation du sulfate de calcium (faible taux d'impu- retés insolubles). Pour déterminer l'adéquation entre un procédé et une source de minerai, il est nécessaire de réaliser des essais à l'échelle industrielle. Voir § 5.4.9 et § 5.4.10.
	Amélioration du rendement des nouvelles installations pour atteindre des rendements en P_2O_5 supérieurs ou égaux à 98 % (MTD). Application d'une ou plusieurs des techniques suivantes :		
	Procédé hémihydrate, recristallisa- tion, double filtration.	Efficacité de la conversion : 98,5 % (non MTD) Sulfate de calcium plus pur : 0,19 % P_2O_5 (non MTD)	Avec le procédé hémihydrate, ajout d'une étape de (re)cristal- lisation à plus basse température favorisant la transformation de l'hémihydrate en dihydrate (gypse) suivi d'une seconde filtration. Pas de broyage, pas d'évaporation. Voir § 5.4.4.
	Procédé di-hémihydrate, recristalli- sation, double filtration.	Efficacité de la conversion : 98 % (non MTD)	Avec le procédé dihydrate, ajout d'une étape de chauffage et de (re)cristallisation à plus haute température favorisant la transfor- mation du dihydrate en hémihydrate suivi d'une seconde filtration la filtration. Le gypse peut être utilisé directement pour les plaques de plâtre, le plâtre ou comme retardateur de ciment, après l'ajout de chaux et une réhydratation naturelle en tas. Nécessite le broyage du minerai et l'utilisation de vapeur. Voir § 5.4.5.

Acide phosphorique

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Limitation des émissions de P ₂ O ₅ pour les procédés humides		
	Utilisation de pièges ou de dévésiculateurs quand des refroidisseurs flash ou des évaporateur à vide sont employés. Un effet similaire peut être obtenu par la mise en oeuvre de : ▪ Pompes à anneau liquide avec recyclage du liquide dans le procédé. ▪ Tour de lavage avec recirculation des eaux de lavage.	Rendement en P ₂ O ₅ accru et réduction des émissions de phosphate dans l'eau.	Permet d'éviter l'entraînement de gouttelettes ou de vapeurs, limitant ainsi la contamination des eaux de lavage. Peut être un préalable à la récupération de l'acide fluosilicique. Voir § 5.4.12.
	Réduction des émissions de poussières, pour atteindre un niveau d'émission de 2,5 - 10 mg/Nm ³ (MTD)		
	Captage et récupération des poussières lors des opérations de broyage du minerai. Mise en place de filtres à manches ou filtres céramique .	Recyclage des matières premières, émissions de poussière bien inférieures à 10 mg/m ³ (NON MTD).	Les particules de roche sont plutôt adhérentes et, par conséquent, obstruent facilement le tissu des filtres à manches. Ceci nuit à l'efficacité du rendement du recyclage à l'aide de filtres à manches. Voir § 5.4.8.
	Captage et récupération des poussières lors de opérations de transport, chargement et déchargement du minerai. Utilisation de convoyeurs couverts , stockage en bâtiments fermés et nettoyages fréquents du sol de l'usine, des aires de circulation et des zones de chargement/déchargement du minerai.		
	Réduction des émissions de fluorures		
	Mise en place de dispositif de lavage des effluents gazeux . Les solutions de lavage peuvent être : eau (simple contact ou contact multiple avec ou sans recirculation de la solution de HF), solution alcaline, ou absorption sur solide alcalin.	Niveau d'émission associé à la MTD : 1 - 5 mg/Nm ³ (exprimé en HF).	Le fluorure est présent dans la plupart des roches phosphatées à un niveau de 2 – 4 %, c'est-à-dire 20 – 40 kg/tonne de roche ou environ 60 – 120 kg/tonne de P ₂ O ₅ . Le fluorure est distribué entre l'acide produit, le gypse, les vapeurs générées dans le réacteur et la section de concentration d'acide lors du traitement (détail de la répartition dans le tableau 5.9). Consommation d'eau, de réactifs et d'énergie. Possibilité de récupérer un solution d'acide fluosilicique, qui peut être valorisée s'il existe un marché. Voir § 5.4.7 et § 6.4.6.
	Pour le procédé en voie humide, prévenir les émissions de fluorures dans l'eau par utilisation d'un système de condensation indirect , ou d'une épuration avec recyclage ou mise sur le marché de l'effluent d'épuration.		
	Gestion/valorisation des sous produits		
	Dans la mesure du possible, rechercher la valorisation du phosphogypse et de l'acide fluosilicique produits lors de la synthèse de l'acide phosphorique. S'il n'y a pas de marché, les éliminer.		Si les marchés n'existent pas des mesures de précaution doivent être prises pour la réalisation du stockage du phosphogypse : collecte des eaux d'infiltration et de ruissellement, interception des eaux souterraines, mise en place de barrières passives (matériaux naturels, argiles ...) ou actives (géomembranes, liner ...). Le phosphogypse nécessite une purification avant d'envisager sa mise sur le marché : acidité résiduelle, radioactivité ou coloration rouge (oxyde de fer). Voir § 5.4.13 (Options d'élimination et de valorisation du phosphogypse).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Acide phosphorique	Traitement des eaux usées		
	Utiliser une combinaison des techni- ques suivantes : - neutralisation à la chaux, - filtration et sédimentation, - récupération des solides en sus- pension pour élimination avec le phosphogypse stocké.		Voir § 5.4.7.
Acide fluorhydrique	Généralités		
	Appliquer les MTD communes présentées au § 1.5 (Partie «MTD pour l'ensemble du secteur» du présent document de synthèse).		
	Stockage : appliquer les MTD présentées dans le BREF «Émissions des stockages».		
	Consommation de combustible : appliquer une combinaison des techniques suivantes de façon à respecter les niveaux de consommation suivants : ▫ installations existantes ⇒ 4 - 6,8 GJ/t HF (MTD), ▫ installations nouvelles produisant HF anhydre ⇒ 4 - 5 GJ/t HF (MTD), ▫ installations nouvelles produisant HF anhydre et en solution ⇒ 4,5 - 6 GJ/t HF (MTD).		
	Préchauffage de l'alimentation en H_2SO_4 .	Rendement accru. Risques de corrosion plus faibles et réac- tions plus stables.	Le préchauffage est généralement facile à mettre en œuvre sauf si l'acide sulfurique contient du HF, ce qui nécessite l'utilisation de matériaux spéciaux pour la construction. Voir § 6.4.1 et tableau 6.9.
	Optimisation de la conception du four et du contrôle du profil de température dans le four rotatif.		Coût prohibitif pour des installations existantes. Uniquement pour des installations nouvelles Voir § 6.4.1.
	Utilisation d'un pré-réacteur .		Le pré-réacteur est conçu pour mélanger et chauffer les réactifs et atteindre un taux de conversion de la fluorine de 50%. Cet équipement est complexe et coûteux car il doit résister aux réactifs pâteux, chauds et corrosifs. Cependant, une conversion substantielle de la fluorine permet de diminuer la charge du four et élimine les états pâteux et collants dans le four favorisant les échanges thermiques et évite les problèmes d'écailage dans le four. L'utilisation d'un pré-réacteur permet aussi de diminuer la température des gaz et les risques de corrosion. Investissement substantiel. Voir § 6.4.1 et figure 6.2.
	Récupération d'énergie sur le sys- tème de chauffage du four.	Économies d'énergie. L'énergie recyclée pour toute l'installation est estimée à environ 20% de l'énergie totale utilisée (NON MTD).	La récupération de l'énergie permet le préchauffage de l'alimen- tation en réactifs, de l'air de combustion ou de tout autre fluide utilisé dans le procédé. Voir § 6.4.2.
	Calcination de la fluorine.	Aucun SO_2 n'est produit par la réaction des produits chimi- ques de flottation avec l'acide sulfurique.	Calcination par chauffage direct à 400-450°C par un flux gazeux contenant de l'oxygène qui peut être l'effluent gazeux du four. Investissement substantiel. Emission de COV provenant du craqua- ges des réactifs de flotation. Voir § 6.4.1, § 6.4.5 et figure 6.2.
	Traitement des effluents gazeux		
	Lavage à l'eau et/ou alcalin.	Niveaux d'émission réalisables associés à la MTD : SO_2 : 0,001 - 0,1 kg/t HF. Fluorures : 0,6 - 5 mg/Nm ³ (exprimé en HF).	Consommation d'énergie, d'eau et de réactifs si lavage alcalin. Voir § 6.4.6, § 6.4.7 et tableau 6.10 (détails sur les niveaux d'émissions réalisables pour différents types d'épurateurs).

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Acide fluorhydrique	Réduction des émissions de poussières		
	Réduction des émissions de poussières au niveau du séchage , du transfert et du stockage de la fluorine.	Niveaux d'émission de poussières (MTD) : 3 -19 mg/Nm ³ .	<p>Dans la production de HF, les sources principales d'émissions de poussière sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ émissions de poussière de CaF₂, du séchage du spath-fluor (séchoirs chauffés directement), transfert (transport pneumatique) et stockage. ▪ émissions de poussière de CaSO₄, du traitement de l'anhydrite ▪ émissions de poussière de CaO et/ou Ca(OH)₂, du transfert et du stockage. Les techniques d'abattement comprennent les cyclones, filtres et/ou épurateurs humides. <p>Si mise en place d'un lavage il y aura un flux de déchets supplémentaire.</p> <p><i>Point de vue divergent</i> : une partie des industriels revendiquent que ces niveaux d'émission ne peuvent pas être atteints, cela impliquerait de changer les filtres à manches plus d'une fois par an, ce qui n'est pas économiquement viable.</p> <p>Voir § 6.4.8.</p>
	Traitement des effluents liquides du lavage		
	<p>Appliquer une combinaison des techniques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - neutralisation à la chaux, - ajout de coagulants, - filtration et éventuellement sédimentation. 	Réduction des émissions dans l'eau.	<p>Consommation de réactifs.</p> <p>Voir § 6.4.9.</p>
	Valorisation des sous produits		
	<p>Pour le processus spath-fluor, mettre sur le marché le CaSO₄ et l'acide fluosilicique générés.</p> <p>Si il n'y a pas de marché, les éliminer, par exemple en décharge.</p>	L'élimination des sous produits dans l'environnement est évitée.	<p>Les utilisations potentielles de l'anhydrite (CaSO₄) de synthèse sont nombreuses : plâtre, liant pour le ragréage de sol, additifs pour l'industrie du ciment, agriculture, charge des plastiques, briques poreuses.</p> <p>Les utilisations possibles pour l'acide fluosilicique sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ l'utilisation directe dans la fluorisation de l'eau potable, ▪ la production d'hexafluorosilicates de sodium, potassium, magnésium, plomb, cuivre, zinc et ammoniacque, ▪ la production de fluorure de sodium, ▪ la production de kryolite (hexafluoroaluminate de sodium), hexafluoroaluminate de potassium et fluorure d'aluminium, pour la production d'aluminium, ▪ selon l'échelle souhaitée, la production de HF. <p>Voir § 6.4.3 (valorisation du CaSO₄) et § 6.4.4 (valorisation de l'acide fluosilicique).</p>
Engrais composés NPK et CN	Généralités		
	Appliquer les MTD communes présentées au § 1.5 (Partie «MTD pour l'ensemble du secteur» du présent document de synthèse).		
	Stockage : appliquer les MTD présentées dans le BREF «Émissions des stockages».		
	Réduction des émissions de poussières		
	Lors du broyage : utilisation de filtres à manches ou en céramique .	Niveau d'émission (MTD) : 2,5 - 10 mg/Nm ³ .	<p>La limitation des envols par pulvérisation d'eau n'est pas possible pour les produits solubles.</p> <p>Voir § 10.4.2 et § 5.4.8.</p>
	<p>Captage et récupération des poussières lors de opérations de transport, chargement et déchargement du minéral.</p> <p>Utilisation de convoyeurs couverts, stockage en bâtiments fermés et nettoyages fréquents du sol de l'usine, des aires de circulation et des zones de chargement/déchargement du minéral.</p>		Voir § 5.4.8.

Engrais composés NPK et CN

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Amélioration des performances environnementales de la section de finition		
	Utilisation de refroidisseurs à plaques .	Consommation d'énergie : 0,6 kWh (NON MTD, voir tableau 7.9).	L'économie d'énergie liée à l'utilisation d'un refroidisseur à plaques peut être réduite par la consommation des utilités (séchage des effluents, compression ...). Voir § 7.4.5.
	Recyclage de l'air chaud .	Economie de combustible de 6 - 12 % (non MTD) au niveau du séchoir. Avantages divers dûs au volume réduit circulant dans le système d'épuration.	Nécessite des brûleurs spécifique, une augmentation des émissions de NO _x est possible. Voir § 7.4.6.
	Sélectionner la maille de tamisage et l' ouverture des concasseurs en adéquation.	Réduction du taux de recyclage d'où un gain d'efficacité de l'usine et une meilleure utilisation de l'énergie.	Voir § 7.4.7.
	Utilisation de trémie volante pour contrôler le recyclage au niveau de la granulation.		Voir § 7.4.7.
	Mise en œuvre de la mesure en ligne de la granulométrie du produit		Cette mesure en ligne permet contrôler le recyclage au niveau de la granulation (voir § 7.4.7).
	Réduction des émissions de NO _x		
	Contrôle précis de la température de réaction .	Réduction des émission de NO _x . Emissions obtenues en fonction de la matière première utilisée (NON MTD) : - roche de Floride (IMC) : environ 425 mg/m³. - roche russe (Kola) : <100 mg/m³.	Voir § 7.4.1.
	Contrôle du ratio roche phosphatée / acide.		Voir § 7.4.1.
	Sélection de la roche phosphatée , en particulier avec une teneur faible en matière organique et en fer.		Voir § 7.4.1, § 5.4.9 et § 5.4.10.
	Réduction des émissions dans l'air - étape de digestion des roches phosphatées, du dessablage et de la filtration du Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O (=CNTH), pour réaliser les niveaux d'émission (MTD) : NO _x (exprimé en NO ₂) ⇒ 100 - 425 mg/Nm³, fluorures (exprimé en HF) ⇒ 0,3 - 5 mg/Nm³, détails tableau 7.14.		
	Utiliser, par exemple, un lavage en plusieurs étapes .	Réduction des émissions dans l'air. Recyclage des matières premières.	Applicable pour la production d'engrais composés NPK à base de nitrate d'ammonium. Consommation d'énergie et de réactifs. Voir § 7.4.9.
	Réduction des émission dans l'air provenant des étapes de neutralisation, granulation, séchage, enrobage et refroidissement, pour réaliser les niveaux d'émission (MTD) : NH ₃ ⇒ 100 - 425 mg/Nm³, fluorures (exprimé en HF) ⇒ 0,3 - 5 mg/Nm³, poussières ⇒ 10 - 25 mg/Nm³ (efficacité de la réduction > 80 %), HCl ⇒ 4 - 23 mg/Nm³, détails tableau 7.14.		
	Appliquer une épuration : - par voie sèche (cyclone ou filtre à manches) ou - par voie humide (lavage simple ou combiné).	Réduction des émissions dans l'air. Réduction du volume des eaux usées.	Consommation d'énergie. Voir § 7.4.10 (Traitement combiné) et § 7.4.6.
	Réduction des volumes d'eaux usées		
	Recyclage des flux d'eaux dans le procédé, en particulier des eaux de lavage, de rinçage et des liqueurs provenant du lavage des effluents gazeux.	Réduction du volume des eaux usées.	On peut également utiliser la chaleur résiduelle pour l'évaporation des eaux usées. Voir § 7.4.10 (Traitement combiné) et § 7.4.11 (Recyclage des liqueurs d'épuration et de lavage).
	Traitement des eaux usées résiduelles.	Réduction des émissions dans l'eau.	Ce traitement peut se faire par exemple par traitement biologique, nitrification/dénitrification et précipitation des phosphates. Voir § 7.4.12.

Urée et urée/nitrate d'ammonium

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Généralités		
	Appliquer les MTD communes présentées au § 1.5 (Partie «MTD pour l'ensemble du secteur» du présent document de synthèse).		
	Stockage : appliquer les MTD présentées dans le BREF «Émissions des stockages».		
	Amélioration des performances environnementales de la section de finition		
	Utilisation de refroidisseurs à plaques .	Consommation d'énergie : 0,6 kWh (NON MTD, voir tableau 7.9).	L'économie d'énergie liée à l'utilisation d'un refroidisseur à plaques peut être réduite par la consommation des utilités (séchage des effluents, compression ..., voir § 7.4.5).
	Recycler les particules fines d'urée dans la solution d'urée concentrée.	Economies d'énergie.	Voir § 8.4.6.
	Sélectionner la maille de tamisage et l' ouverture des concasseurs en adéquation.	Réduction du taux de recyclage d'où un gain d'efficacité de l'usine et une meilleure utilisation de l'énergie.	Voir § 7.4.7.
	Utilisation de trémie volante pour contrôler le recyclage au niveau de la granulation.		Voir § 7.4.7.
	Mise en œuvre de la mesure en ligne de la granulométrie du produit.		Cette mesure en ligne permet contrôler le recyclage au niveau de la granulation (voir § 7.4.7).
	Optimisation de la consommation totale d'énergie		
	Pour les installation existantes utilisant le stripping, poursuivre l'application de cette technologie.	Recyclage presque complet des matières premières. Economies d'énergie.	Une caractéristique clé du recyclage total est la séparation du NH ₃ et du CO ₂ issus de la solution de réaction par une réduction de pression étagée (décomposeurs) et en les recyclant dans le réacteur (sous forme de carbamate ou NH ₃). Voir § 8.4.1, § 8.4.2, § 8.4.3.
	Pour les nouvelles installation , mettre en œuvre les procédés de stripping avec recyclage total .		Voir § 8.4.1, § 8.4.2, § 8.4.3.
	Pour les installation existantes avec recyclage total conventionnel , adoption des technologies de stripping dans la mesure où cela entraîne une augmentation substantielle de la capacité de l'installation.		Voir § 8.4.1, § 8.4.2, § 8.4.3 et § 8.4.7 (Mise en place du stripping dans les usines conventionnelles).
	Meilleure intégration thermique des installations de stripping.	Consommation d'énergie réduite. Dans un processus moderne de recyclage total, la conversion de l'ammoniaque en urée solide nécessite 3,3 GJ/tonne d'urée (NON MTD). On suppose que le besoin moyen pour les usines européennes est de 4,1 GJ/tonne d'urée.	La chaleur de condensation des vapeurs contenant le CO ₂ et le NH ₃ extraits après la synthèse est recyclée sous forme de vapeur basse pression (LP) ou dans le processus vers un échangeur de chaleur. Selon le degré d'intégration, l'usine d'urée exporte de la vapeur basse pression. Voir § 8.4.8.
	Mise en oeuvre de la technologie combinée condensation / réaction .	Quand un réacteur liquide est utilisé, une émission d'ammoniaque dans la phase de synthèse de 2,5 g/tonnes de produit (< 700 mg/m ³ - NON MTD) est réalisable. Economies d'énergie probables.	La combinaison condenseur/réacteur est applicable essentiellement pour les nouvelles usines. Des systèmes de combinaison de condenseur/pré-réacteur sont généralement applicables. Voir § 8.4.9.
	Traitement de tous les effluents gazeux		
	Traitement par lavage (eau + gaz inflammable) avec recyclage de l'ammoniac dans le procédé.	Réduction des émissions de NH ₃ , recyclage du NH ₃ , recyclage de la chaleur du H ₂ .	Tenir compte des limites d'explosivité. Voir § 8.4.5.
	Réduction des émissions de poussières et de NH ₃ au niveau des installations de nucléation ou de granulation.		
	Mise en place de systèmes de lavage , avec recyclage des liqueurs de lavage, ou optimisation des conditions opératoires des tours de nucléation .	Niveaux d'émission (MTD) NH ₃ : 3 - 35 mg/Nm ³ . Poussières : 15 - 55 mg/Nm ³ .	Consommation d'eau et d'énergie électrique. Le recyclage d'une quantité plus importante d'eau vers la production d'urée peut avoir un effet négatif sur le taux de conversion et la consommation d'énergie. Voir § 8.4.11.

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
Urée et urée/nitrate d'ammonium	Traitement des eaux usées		
	<p>Lorsque les eaux usées ne sont pas recyclées le traitement, par exemple par désorption ou hydrolyse, doit permettre d'atteindre les niveaux d'émission ci contre.</p> <p>Pour les installations existantes, si ces niveaux ne peuvent pas être atteint, un traitement biologique complémentaire doit être mis en oeuvre.</p>	<p>Niveaux d'émission (MTD) :</p> <p>Nouvelles usines :</p> <ul style="list-style-type: none"> - NH₃ : 1 mg/kg - Urée : 1 mg/kg <p>Usines existantes</p> <ul style="list-style-type: none"> - NH₃ : < 10 mg/kg - Urée : < 5 mg/kg <p>Baisse de la consommation d'eau, si la réutilisation de l'eau de process est possible.</p> <p>Recyclage de NH₃ et CO₂ vers le process.</p>	<p>Une usine d'urée de 1 000 tonnes/jour génère environ 500 m³ d'eau de process par jour. La source principale de cette eau est la réaction de synthèse, où 0,3 tonnes d'eau est formé par tonne d'urée produite. Les autres sources d'eau sont la vapeur d'éjecteur, l'eau de chasse et l'eau d'étanchéité, et la vapeur utilisée dans la station d'épuration.</p> <p>Voir § 8.4.12 et tableau 8.9.</p>
	Contrôle des paramètres clefs du procédé		
			<p>La surveillance de ces paramètres peut aussi être la base pour la mise en œuvre de stratégies d'amélioration.</p> <p>Voir § 8.4.13 et exemple de jeu de paramètres clé de performances au tableau 8.19.</p>
Nitrate d'ammonium et ammonitrate calcaire	Généralités		
	<p>Appliquer les MTD communes présentées au § 1.5 (Partie «MTD pour l'ensemble du secteur» du présent document de synthèse).</p> <p>Stockage : appliquer les MTD présentées dans le BREF «Émissions des stockages».</p>		
	Optimisation des étapes de neutralisation et d'évaporation		
	Utilisation de la chaleur de réaction pour le préchauffage de HNO ₃ et la vaporisation de NH ₃ .	<p>Concentration réduite de NH₃ et du nitrate d'ammonium dans la vapeur.</p> <p>La neutralisation à une pression élevée produira de la vapeur à une température élevée et du nitrate d'ammonium à une concentration plus élevée.</p>	<p>La formation de nitrate d'ammonium est fortement exothermique. La chaleur produite est souvent utilisée pour générer de la vapeur, qui est souvent utilisée pour préchauffer l'acide nitrique ou pour concentrer la solution de nitrate d'ammonium obtenue.</p> <p>Voir § 9.4.1.</p>
	Conduite de la réaction de neutralisation sous pression élevée pour pouvoir exporter le surplus d'énergie sous forme de vapeur.		<p>L'augmentation de la pression nécessite une consommation plus élevée d'énergie pour la compression de NH₃.</p> <p>Voir § 9.4.1.</p>
	Utilisation de la vapeur générée [par récupération de la chaleur de la réaction] pour évaporer la solution d'ammonium nitrate sulfate.	La production d'ammonium nitrate sulfate avec du nitrate d'ammonium à environ 95% est réalisable sans demande énergétique supplémentaire pour l'évaporation en réalisant une neutralisation sous pression.	Voir § 9.4.3 et tableau 9.8.
	Récupération de la chaleur résiduelle pour la réfrigération de l'eau de procédé à l'aide d'un refroidisseur à absorption LiBr/H ₂ O.	Réduction de la consommation d'énergie.	<p>La fabrication de nitrate d'ammonium génère de grandes quantités de vapeur à basse température (125 – 130 °C) contaminée.</p> <p>Une partie de cette vapeur est évacuée dans l'air. La chaleur contenue dans cette vapeur peut être utilisée pour produire du froid dans un refroidisseur à absorption LiBr/H₂O.</p> <p>Voir § 9.4.2.</p>
	Utilisation de la vapeur générée [par récupération de la chaleur de la réaction] pour le traitement des condensats du procédé .	Émissions réduites dans l'eau. Recyclage des composés de N dans la production.	Voir § 9.4.4 et tableau 9.9 (Exemple de processus de purification de la vapeur et de traitement du condensat).
	Utilisation de la chaleur de réaction pour évaporer de l'eau .		Voir § 9.4.3.

Nitrate d'ammonium et ammonitrate calcaire

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Optimisation des étapes de neutralisation et d'évaporation (suite)		
	Contrôle effectif et fiable du pH, des flux et de la température.		Un neutralisateur à deux étapes fonctionne avec un pH faible dans la première étape et à un pH neutre dans la deuxième étape. À cause de ce changement de la valeur du pH, la plupart de la vapeur est produite dans la première étape et la plupart de l'émission de NH ₃ dans la seconde. Un neutralisateur à deux étapes réduit l'ensemble des émissions de NH ₃ comparé à un neutralisateur à simple étape, mais il coûte plus cher. Voir § 9.4.1.
	Amélioration des performances environnementales de la section de finition		
	Utilisation de refroidisseurs à plaques.	Consommation d'énergie : 0,6 kWh (NON MTD, voir tableau 7.9).	L'économie d'énergie liée à l'utilisation d'un refroidisseur à plaques peut être réduite par la consommation des utilités (séchage des effluents, compression ...). Voir § 7.4.5.
	Recyclage de l'air chaud.	Economie de combustible de 6 - 12 % (non MTD) au niveau du séchoir. Avantages divers dûs au volume réduit (-50% environ) circulant dans le système d'épuration.	Les effluents gazeux issu des refroidisseurs à lit fluidisé peuvent être utilisés pour le séchage du produit dans le tambour de séchage. Ceci permet d'importantes économies d'énergie et permet à l'usine de fonctionner de manière autothermique pour presque toutes les qualités d'ammonitrate calcaire. Nécessite des brûleurs spécifiques, une augmentation des émissions de NO _x est possible. Voir § 9.4.5 et § 7.4.6.
	Sélectionner la maille de tamisage et l'ouverture des concasseurs en adéquation.	Réduction du taux de recyclage d'où un gain d'efficacité de l'usine et une meilleure utilisation de l'énergie.	Voir § 7.4.7.
	Utilisation de trémie volante pour contrôler le recyclage au niveau de la granulation.		Voir § 7.4.7.
	Mise en œuvre de la mesure en ligne de la granulométrie du produit.		Cette mesure en ligne permet contrôler le recyclage au niveau de la granulation (voir § 7.4.7).
	Réduction des émissions dans l'air		
	Réduction des émissions de poussières à partir du broyage de la dolomie par utilisation de filtres à manches.	Niveau d'émission (MTD) : Poussières : < 10 mg/Nm³.	
	Données insuffisantes concernant les émissions des étapes de neutralisation, d'évaporation, de granulation, de nucléation, de séchage, de refroidissement et de conditionnement.		
	Traitement des eaux usées		
	Recyclage sur site ou hors site des eaux de procédé, sinon mise en œuvre d'un traitement biologique ou de tout traitement d'efficacité équivalente.		

Superphosphates

Do- maine	Description	Performances environne- mentales et économiques	Points d'attention
	Généralités		
	Appliquer les MTD communes présentées au § 1.5 (Partie «MTD pour l'ensemble du secteur» du présent document de synthèse).		
	Stockage : appliquer les MTD présentées dans le BREF «Émissions des stockages».		
	Réduction des émission dans l'air		
	Réduction des émissions de pous- sières lors du broyage par mise en œuvre de filtres à manche ou de filtre en céramique .	Niveau d'émission (MTD) : 2,5 - 10 mg/Nm³.	Possibilité de recyclage des poussières. Voir § 10.4.2 et tableau 10.5.
	Captage et récupération des pous- sières lors de opérations de transport , chargement et déchargement du minéral. Utilisation de convoyeurs couverts , stockage en bâtiments fermés et nettoyages fréquents du sol de l'usine, des aires de circulation et des zones de chargement/déchar- gement du minéral.	Recyclage des matières pre- mières, émissions de poussière bien inférieures à 10 mg/m³ (NON MTD).	Les particules de roche sont plutôt adhérentes et, par conséquent, obstruent facilement le tissu des filtres à manches. Ceci nuit à l'ef- ficacité du rendement du recyclage à l'aide de filtres à manches Voir § 5.4.8.
	Réduction des émission de fluorures par l'utilisation de tours de lavage avec des solutions de lavage adaptées.	Niveaux d'émission (MTD) : Fluorures (exprimé en HF) : 0,5 - 5 mg/Nm³.	Consommation d'énergie, d'eau et de réactifs. Voir § 10.4.3 et § 5.4.7.
	Réduction des émission des étapes de neutralisation, de granulation, d'en- robage, de séchage et de refroidisse- ment par l'utilisation de : ▪ cyclones et/ou filtres à manches , ▪ tours de lavage (épuration humide, épuration combinée).	Niveaux d'émission (MTD) : NH ₃ : 5 - 30 mg/Nm³ Fluorures (exprimé en HF) : 1 - 5 mg/Nm³. Poussières : 10 - 25 mg/Nm³ (réduction > 80 %). HCl : 4 - 23 mg/Nm³.	Cyclone et/ou filtres à manches : voir § 7.4.6 et § 7.4.10. Tours de lavage : voir § 7.4.10. Voit tableau 10.7.
	Amélioration des performances environnementales de la section de finition		
	Utilisation de refroidisseurs à pla- ques .	Consommation d'énergie : 0,6 kWh (NON MTD, voir tableau 7.9).	L'économie d'énergie liée à l'utilisation d'un refroidisseur à pla- ques peut être réduite par la consommation des utilités (séchage des effluents, compression ...). Voir § 7.4.5.
	Recycler les particules fines d'urée dans la solution d'urée concentrée		Voir § 7.4.6.
	Sélectionner la maille de tamisage et l' ouverture des concasseurs en adéquation.	Réduction du taux de recyclage d'où un gain d'efficacité de l'usine et une meilleure utiliza- tion de l'énergie.	Voir § 7.4.7.
	Utilisation de trémie volante pour contrôler le recyclage au niveau de la granulation.		Voir § 7.4.7.
	Mise en œuvre de la mesure en ligne de la granulométrie du produit.		Cette mesure en ligne permet contrôler le recyclage au niveau de la granulation (voir § 7.4.7).
	Traitement des eaux usées		
	Mesures décrites dans le BREF CWW		CWW = techniques communes de traitement des gaz et eaux usées des industries chimiques.
	Dans le cas où des engrais phosphatés partiellement solubilisés (PAPR) sont produits en plus des superphosphates, réduction des volumes d'eaux usées par recyclage des liqueurs des tours de lavages .		