

# Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour la production d'engrais azotés

## Introduction

Les Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires (Directives EHS) sont des documents de références techniques qui présentent des exemples de bonnes pratiques internationales<sup>1</sup>, de portée générale ou concernant une branche d'activité particulière. Lorsqu'un ou plusieurs États membres participent à un projet du Groupe de la Banque mondiale, les Directives EHS doivent être suivies conformément aux politiques et normes de ces pays. Les Directives EHS établies pour les différentes branches d'activité sont conçues pour être utilisées conjointement avec les **Directives EHS générales**, qui présentent des principes directeurs environnementaux, sanitaires et sécuritaires applicables dans tous les domaines. Les projets complexes peuvent exiger l'application de plusieurs directives couvrant des branches d'activité différentes. La liste complète de ces directives figure à l'adresse suivante : [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/Environmental Guidelines](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/Environmental%20Guidelines)

Les Directives EHS indiquent les mesures et les niveaux de performances qui sont généralement considérés réalisables dans de nouvelles installations avec les technologies existantes à un coût raisonnable. L'application des Directives EHS dans

des installations existantes peut nécessiter la définition d'objectifs spécifiques et l'établissement d'un calendrier adapté pour atteindre ces objectifs. Le champ d'application des Directives EHS doit être fonction des aléas et des risques identifiés pour chaque projet sur la base des résultats d'une évaluation environnementale qui prend en compte des éléments spécifiques au projet, comme les conditions en vigueur dans le pays dans lequel le projet est réalisé, la capacité d'assimilation de l'environnement, et d'autres facteurs propres au projet. La mise en œuvre de recommandations techniques particulières doit être établie sur base de l'opinion professionnelle des personnes ayant les qualifications et l'expérience nécessaires. Si les seuils et normes stipulés dans les réglementations du pays d'accueil diffèrent de ceux indiqués dans les Directives EHS, les plus rigoureuses seront retenues pour les projets menés dans ce pays. Si des niveaux moins contraignants que ceux des Directives EHS peuvent être retenus pour des raisons particulières dans le contexte du projet, une justification détaillée pour chacune de ces alternatives doit être présentée dans le cadre de l'évaluation environnementale du site considéré. Cette justification devra montrer que les niveaux de performance proposés permettent de protéger la santé de la population humaine et l'environnement.

## Champ d'application

Les Directives EHS pour la production d'engrais azotés présentent des informations concernant les installations produisant des engrais azotés à base d'ammoniac, y compris l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), l'urée, l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>), le nitrate d'ammonium, l'ammonitrate de calcium (ANC), le sulfate

<sup>1</sup> C'est-à-dire les pratiques que l'on peut raisonnablement attendre de professionnels qualifiés et chevronnés faisant preuve de compétence professionnelle, de diligence, de prudence et de prévoyance dans le cadre de la poursuite d'activités du même type dans des circonstances identiques ou similaires partout dans le monde. Les circonstances que des professionnels qualifiés et chevronnés peuvent rencontrer lorsqu'ils évaluent toute la gamme des techniques de prévention de la pollution et de dépollution applicables dans le cadre d'un projet peuvent inclure, sans toutefois s'y limiter, divers degrés de dégradation environnementale et de capacité d'assimilation de l'environnement ainsi que différents niveaux de faisabilité financière et technique.

d'ammonium et des engrais azotés composés tels que les engrais liquides qui contiennent du sulfate d'ammonium et d'urée (SAU) et du nitrate d'ammonium et d'urée (NAU) (28, 30 ou 32 % d'azote (N)).

Ce document se compose des sections ci-après :

Section 1.0 — Description et gestion des impacts propres aux activités considérées  
Section 2.0 — Indicateurs de performance et suivi des résultats  
Section 3.0 — Bibliographie  
Annexe A — Description générale des activités

## 1.0 Description et gestion des impacts propres aux activités considérées

La section ci-après présente un aperçu des principaux problèmes d'environnement, de santé et de sécurité liés à la production d'engrais azotés qui se posent durant la phase opérationnelle, ainsi que des recommandations quant à leur gestion. Les recommandations relatives à la gestion des questions communes à la plupart des projets de grande envergure figurent dans les **Directives EHS générales**.

### 1.1 Environnement

Les problèmes environnementaux qui peuvent résulter de la production d'engrais azotés rentrent dans les catégories suivantes :

- Émissions atmosphériques
- Eaux usées
- Matières dangereuses
- Déchets
- Bruit

### Émissions atmosphériques

Les émissions atmosphériques des usines de production d'engrais azotés sont généralement constituées par des gaz à effet de serre (GES - principalement du dioxyde de carbone et de l'oxyde nitreux), d'autres composés inorganiques gazeux, et des émissions de matières particulaires, en particulier des matières particulaires d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 microns (PM10) issues de la formation de perles.

Les directives concernant la gestion des émissions produites par les opérations de combustion des petites centrales ayant une puissance installée ne dépassant pas 50 MWth, y compris les normes d'émission relatives aux gaz d'échappement, figurent dans les **Directives EHS générales**.

#### *Émissions résultant des processus de production d'ammoniac*

Les émissions résultant des processus utilisés dans les usines de production d'ammoniac se composent principalement de gaz naturel, d'hydrogène (H<sub>2</sub>), de bioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), d'ammoniac (NH<sub>3</sub>), et de monoxyde de carbone (CO). Du sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) peut être présent selon le combustible utilisé. Des émissions fugitives de NH<sub>3</sub> émanant des réservoirs de stockage, des valves, des brides, et du tubage peuvent également se produire, en particulier pendant le transport et le transfert. Les émissions anormales se produisant dans des conditions d'exploitation anormales ou par suite d'accidents peuvent contenir du gaz naturel, du monoxyde de carbone (CO), de l'hydrogène (H<sub>2</sub>), du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), des composés organiques volatils (COV), de l'oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>) et du NH<sub>3</sub>.

Les mesures de prévention et de maîtrise des émissions consistent, notamment, à :

- Procéder à un traitement à l'aide de gaz de purge de  $\text{NH}_3$  synthétique pour récupérer le  $\text{NH}_3$  et le  $\text{H}_2$  avant la combustion des gaz restants dans le réformeur primaire ;
- Accroître le temps de séjour des effluents gazeux dans la zone à haute température du réformeur primaire ;
- Récupérer les émissions d'ammoniac en provenance des soupapes d'échappement ou des dispositifs de réglage de la pression des cuves ou des réservoirs pour les envoyer vers une torchère ou un épurateur par voie humide ;
- Installer des systèmes de détection des fuites pour détecter les émissions fugitives d'ammoniac qui se produisent durant les opérations et dans les aires de stockage ;
- Mettre en application des programmes de maintenance, en particulier pour les boîtes de garniture d'étanchéité des tiges de soupape et pour les joints d'étanchéité des soupapes d'échappement afin de réduire ou de prévenir les émissions.

L'extraction de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) dans les fabriques d'ammoniac génère des émissions concentrées de  $\text{CO}_2$ . Dans l'idéal, les installations de production d'ammoniac et d'urée devraient être intégrées pour que la production d'urée à partir d'ammoniac consomme la quasi-totalité du  $\text{CO}_2$  généré lors de la préparation de l'ammoniac. La fabrication d'engrais azotés consomme par ailleurs beaucoup d'énergie provenant, généralement, de combustibles fossiles de sorte qu'elle produit des quantités notables de gaz à effet de serre (GES). Les recommandations relatives à la gestion des GES, et les mesures d'économie et de conservation d'énergie, figurent dans les **Directives EHS générales**.

### *Émissions résultant des processus de production d'urée*

Les émissions résultant des processus utilisés dans les usines de production d'urée se composent principalement d'ammoniac

( $\text{NH}_3$ ) et de poussière. Des émissions fugitives de  $\text{NH}_3$  provenant des réservoirs de stockage, des soupapes, des brides, et du tubage peuvent également se produire. Les tours de perlage et les granulateurs sont les principales sources d'émissions de poussière d'urée. Le produit final est transformé en perles ou en granulés, ce qui nécessite un grand volume d'air de refroidissement qui est ultérieurement relâché dans l'atmosphère.

Les mesures de prévention et de maîtrise des émissions recommandées consistent, notamment, à :

- Réduire les émissions de poussière en produisant des produits granulés plutôt que des perles ;
- Installer des tours de solidification du nitrate fondu qui utilisent une méthode de refroidissement à tirage naturel, plutôt que des tours qui font appel à une méthode de refroidissement à tirage forcé/induit ;
- Épurer les effluents gazeux au moyen des condensats produits avant de les rejeter dans l'atmosphère, et retraiter la solution d'urée récupérée ;<sup>2</sup>
- Utiliser des filtres à sac pour empêcher les émissions d'air chargé de poussières provenant des points de transferts, des écrans, des ensacheuses, etc., et un système de dissolution des poussières d'urée pour recycler l'urée dans le processus ;
- Faire fondre au point d'éclair les particules d'urée solide de trop grande dimension, pour pouvoir recycler l'urée dans le processus ;
- Récupérer par voie sèche les déversements d'urée solide (éviter tout lavage des surfaces) ;

<sup>2</sup> Les épurateurs par voie humide peuvent atteindre un rendement d'épuration de la poussière de 98 % (voir les documents de référence sur les MTD de l'IPPC (2006)). La pression partielle faible du  $\text{NH}_3$  présent dans l'air rejeté résulte en des rendements d'épuration/récupération de  $\text{NH}_3$  faibles. Le rendement peut être augmenté par acidification, auquel cas la solution d'ammoniac obtenue doit être réutilisée dans le processus.

- Relier les soupapes d'échappement / joints d'étanchéité de sécurité des pompes d'ammoniac/urée, et les événements des réservoirs, à une torchère.

### *Émissions résultant des processus de production d'acide nitrique*

Les émissions résultant des processus utilisés dans les usines d'acide nitrique se composent principalement d'oxyde nitrique (NO), de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), et d'oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>), provenant des gaz résiduels de la tour d'absorption ; d'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O) ; de traces d'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) résultant du remplissage des réservoirs de stockage de l'acide ; et d'ammoniac (NH<sub>3</sub>).

Les mesures de prévention et de maîtrise des émissions recommandées consistent, notamment, à :

- Assurer une alimentation en air suffisante de l'oxydant et de l'absorbeur ;
- Veiller au maintien d'une pression élevée, en particulier dans les colonnes d'absorption de production d'acide nitrique ;
- Empêcher la température d'atteindre un niveau élevé dans les condensateurs-refroidisseurs et les absorbeurs ;
- Élaborer un programme de maintenance pour éviter de procéder aux opérations avec un matériel défectueux, notamment des compresseurs ou des pompes, qui peuvent entraîner une baisse de pression et des fuites, et réduire l'efficacité de l'usine ;
- Réduire les émissions de NO<sub>x</sub> en augmentant le rendement de la tour d'absorption existante, ou en installant une tour d'absorption supplémentaire ;<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Le rendement peut être amélioré en augmentant le nombre de plateaux de l'absorbeur, en faisant fonctionner l'absorbeur à des pressions plus élevées, ou en refroidissant l'acide liquide faible dans l'absorbeur.

- Soumettre les gaz résiduels de la tour d'absorption à un processus de réduction catalytique ;<sup>4</sup>
- Installer des tamis moléculaires catalytiques pour procéder à l'oxydation catalytique du NO en NO<sub>2</sub> et adsorber sélectivement le NO<sub>2</sub> ; renvoyer le NO<sub>2</sub> extrait par un procédé thermique dans l'absorbeur ;<sup>5</sup>
- Mettre en place des épurateurs par voie humide, en utilisant une solution aqueuse contenant des hydroxydes ou des carbonates alcalins, de l'ammoniac, de l'urée, du permanganate de potassium, ou des produits chimiques caustiques (p. ex., des épurateurs caustiques avec de l'hydroxyde de sodium, du carbonate de sodium, ou d'autres bases fortes), et récupérer le NO et le NO<sub>2</sub> sous forme de nitrate ou de sels de nitrate.<sup>6</sup>

Les mesures de prévention et de maîtrise des émissions de N<sub>2</sub>O recommandées consistent, notamment, à :

- Installer des unités de réduction catalytique sélective (RCS) qui fonctionnent à environ 200°C et utilisent divers catalyseurs (platine, anhydride vanadique, zéolithe, etc.) ou, moins fréquemment, des unités de réduction catalytique non sélective (RCNS) ;
- Intégrer une chambre de décomposition dans le brûleur pour réduire la production de N<sub>2</sub>O et augmenter le temps de séjour dans le réacteur d'oxydation ;<sup>7</sup>

<sup>4</sup> On peut faire chauffer les gaz résiduels jusqu'à leur température d'inflammation, mélangés avec un combustible (p. ex., gaz naturel, hydrogène, naphtha, monoxyde de carbone, ou ammoniac), et les faire passer à travers un lit catalytique (p. ex., anhydride vanadique, platine, zéolithe) (documents de référence sur les MTD de l'IPPC (2006)). La réduction catalytique permet de mieux réduire le NO<sub>x</sub> en comparaison avec l'absorption prolongée.

<sup>5</sup> Cette approche risque de nécessiter la prise de dispositions particulières pour contrôler l'encrassement des tamis.

<sup>6</sup> Malgré son efficacité, cette alternative de contrôle peut être coûteuse et financièrement irréalisable dans des circonstances normales. Toute évaluation de coût doit prendre en considération le traitement de la solution d'épuration usée.

<sup>7</sup> Documents de référence sur les MTD de l'IPPC (2006)

- Utiliser un catalyseur sélectif de N<sub>2</sub>O dans la zone de température élevée (entre 800 et 950 °C) du réacteur d'oxydation ;<sup>8</sup>
- Installer un réacteur de réduction du N<sub>2</sub>O et NO<sub>x</sub> combiné entre le réchauffeur final des gaz résiduels et la turbine des gaz résiduels. Le réacteur comprend deux couches de catalyseurs (Fe zéolithe) et une injection intermédiaire de NH<sub>3</sub>.<sup>9</sup>

Dans une usine bien gérée, les gaz résiduels n'émettent pas de brume acide. Les petites quantités qui risquent d'être présentes dans les gaz qui sortent de l'absorbeur doivent être extraites à l'aide d'un séparateur ou d'un collecteur avant l'entrée dans l'unité de réduction catalytique ou le détendeur.

#### *Émissions résultant des processus de production de nitrate d'ammonium et d'ammonitrate de calcium*

Les émissions résultant des processus de production de nitrate d'ammonium et d'ammonitrate de calcium sont principalement constituées d'ammoniac et de poussières provenant des neutralisateurs, des évaporateurs, des tours de solidification du nitrate fondu, des granulateurs, des séchoirs et des refroidisseurs. Les émissions fugitives d'ammoniac sont produites par les réservoirs de stockage et le matériel de fabrication.

Les mesures de prévention et de maîtrise des émissions recommandées consistent, notamment, à :

- Appliquer des techniques de séparation des gouttelettes de vapeur (p. ex., treillis métallique, débrumiseurs en grillage, séparateurs de type lame à retard et séparateurs de type lit de fibres en utilisant, par exemple, des fibres de

polytétrafluoroéthylène (PTFE)) ou des dispositifs d'épuration (p. ex., des colonnes à garnissage, des épurateurs venturi et des plateaux criblés humides), pour réduire les émissions d'ammoniac et de nitrate d'ammoniac dans la vapeur émise par les neutralisateurs et évaporateurs.<sup>10</sup> Il convient de se servir de séparateurs et d'épurateurs de gouttelettes pour extraire les particules de nitrate d'ammonium. L'acide nitrique doit être utilisé pour neutraliser tout ammoniac libre ;

- Traiter et réutiliser le condensat en utilisant des techniques comme l'extraction à l'air ou à la vapeur, avec addition d'alcali pour libérer l'ammoniac ionisé, le cas échéant, ou utiliser des procédés de distillation et de séparation membranaire comme l'osmose inversée ;<sup>11</sup>
- Utiliser la température de fusion la plus faible possible pour réduire les émissions d'ammoniac et de nitrate d'ammoniac (et de carbonate de calcium dans la production d'ammonitrate de calcium (ANC)) qui proviennent des opérations de formation de perles et de granulés ;
- Enlever l'ammoniac émis lors de la formation de perles et de granulés par neutralisation dans un épurateur par voie humide. Les épurateurs par voie humide utilisent normalement une solution circulante acide. La solution en provenance d'un épurateur par voie humide est normalement recyclée dans le processus ;
- Retirer les vapeurs de nitrate d'ammonium provenant de la solidification du nitrate fondu par épuration ;
- Enlever les petites particules de nitrate d'ammonium restant dans l'air après son passage dans les cyclones, les filtres à sac et les épurateurs par voie humide ;

<sup>8</sup> Ibid.

<sup>9</sup> Ibid.

<sup>10</sup> Ibid.

<sup>11</sup> Ibid.

- Adopter un procédé de granulation fermé, de préférence au système du perlage, dans la mesure du possible;<sup>12</sup>
- Installer un système d'extraction, de captage et de filtrage de l'air de ventilation provenant des aires de manutention des produits sources de poussières, pour empêcher les émissions fugitives de particules.

## Eaux usées

### *Eaux usées industrielles*

Les eaux usées provenant des usines de fabrication d'engrais azotés sont généralement des eaux de lavage acides produites lors du nettoyage et des purges, qui sont des opérations programmées ; des effluents des épurateurs par voie humide ; des rejets accidentels ; des fuites de petites quantités de liquides issues des réservoirs de stockage des produits ; et des effluents acides et caustiques produits lors de la préparation de l'eau d'alimentation des chaudières.

### *Effluents des usines d'ammoniac*

Dans des conditions d'exploitation normales, les rejets des usines peuvent renfermer des condensats ou des eaux de lavage des gaz résiduaux contenant de l'ammoniac et d'autres sous-produits. Les condensats proviennent généralement de la condensation produite par les convertisseurs et l'absorption de dioxyde de carbone, et des vapeurs de dioxyde de carbone en suspension. Ces condensats peuvent contenir de l'ammoniac, du méthanol, et des amines (p. ex., des méthylamines, diméthylamines et triméthylamines). Dans les opérations d'oxydation partielle, le retrait des suies et des cendres peut

avoir un impact sur les rejets d'eau s'il n'est pas effectué de manière appropriée.

Les mesures de prévention et de dépollution recommandées consistent, notamment, à :

- Extraire les condensats à la vapeur pour réduire la teneur en ammoniac, et les réutiliser comme eau de chaudière d'appoint après un traitement par échange d'ions, ou les diriger vers une usine de traitement des eaux usées pour qu'ils y soient traités avec d'autres flux ammoniacaux. Les émissions provenant de l'extracteur à vapeur peuvent nécessiter l'adoption de mesures de contrôles supplémentaires en raison de la libération d'ammoniac ;
- Récupérer en circuit fermé l'ammoniac absorbé à partir des gaz de purge et des gaz éclair pour éviter l'apparition d'émissions d'ammoniac aqueux ;
- Collecter les suies produites par gazéification dans le cadre des procédés d'oxydation partielle et les recycler dans le processus.

### *Effluents des usines d'urée*

Les usines d'urée génèrent des courants importants d'eaux contenant du NH<sub>3</sub>, du CO<sub>2</sub> et de l'urée (p. ex., une usine dont la production s'élève à 1 000 tonnes par jour (t/j) rejette environ 500 mètres cubes par jour (m<sup>3</sup>/j) d'eaux industrielles). Parmi les autres effluents figurent la vapeur des éjecteurs, l'eau de rinçage et l'eau des joints hydrauliques.

Les mesures de prévention et de dépollution recommandées consistent, notamment, à :

- Améliorer la conception du réchauffeur des gaz d'évaporation et du séparateur des gouttelettes d'évaporation pour minimiser l'entraînement d'urée ;

<sup>12</sup> La granulation fait appel à un procédé plus complexe, mais la quantité d'air à traiter est moindre que dans le cas du perlage et l'équipement d'assainissement nécessaire est plus simple. Les particules de nitrate d'ammonium sont plus grosses et peuvent être éliminées en faisant intervenir une combinaison de cyclones par voie sèche ou filtres à sac et d'épurateurs par voie humide, au lieu d'avoir à utiliser des filtres à bougies plus sophistiqués.

- Extraire le NH<sub>3</sub>, le CO<sub>2</sub>, et l'urée des eaux industrielles dans le cadre d'une unité de traitement des eaux industrielles, et recycler les gaz en gaz de synthèse pour optimiser l'utilisation des matières premières et réduire les effluents ;
- Prévoir une capacité de stockage adéquate dans l'usine en cas de conditions anormales ou d'arrêt d'exploitation ;
- Installer des réservoirs immergés pour récupérer les eaux de lavage de l'usine et autres flux contaminés provenant des systèmes d'écoulement, pour les recycler dans le processus ou les transporter vers l'unité de traitement des eaux industrielles.

#### *Effluents des usines d'acide nitrique*

Les effluents liquides des usines d'acide nitrique contiennent les éléments suivants :

- Solution diluée de nitrite/nitrate d'ammonium provenant du lavage périodique (généralement quotidien) du compresseur de NO<sub>x</sub> et du système d'écoulement du refroidisseur-condensateur, pendant un certain temps après la mise en service de l'usine ;
- Solution d'ammoniac aqueux résultant de la purge de l'évaporateur ;
- Eau de purge contenant des sels dissous provenant des tambours à vapeur ;
- Émissions occasionnelles résultant de la purge et d prélèvement d'échantillons de solutions d'acide nitrique.

Les mesures de prévention et de dépollution recommandées consistent, notamment, à :

- Injecter de la vapeur dans le compresseur de NO<sub>x</sub> pour éviter tout effluent liquide ;

- Prévoir une procédure d'acidification lors de la mise en service pour éviter d'avoir à drainer le refroidisseur-condensateur ;
- Procéder à l'extraction à la vapeur pour récupérer l'ammoniac produit par le processus et limiter les émissions d'ammoniac aqueux résultant de la purge de l'évaporateur.

#### *Effluents des usines de nitrate d'ammonium (NA) et d'ammonitrate de calcium (ANC)*

Les usines de nitrate d'ammonium (NA)/ammonitrate de calcium (ANC) produisent un excédent d'effluents qui doivent être traités avant d'être rejetés ou, éventuellement, recyclés dans d'autres unités du complexe de production d'engrais azotés. Les effluents industriels contiennent généralement des condensats renfermant jusqu'à 1 % d'ammoniac et jusqu'à 1 % de nitrate d'ammonium, qui sont produits par les réacteurs (neutralisateurs) et l'évaporation des évaporateurs, et du nitrate d'ammonium et de l'acide nitrique qui résultent du lavage à grande eau de l'usine. Les émissions non éliminées qui se retrouvent dans l'eau peuvent atteindre jusqu'à 5 000mg NA en tant que N/l et 2 500mg de NH<sub>3</sub> en tant que N/l (6 et 3 kilogrammes par tonne (kg/t) de produit, respectivement).<sup>13</sup>

Les mesures de prévention et de dépollution recommandées pour les usines de NA/ANC consistent, notamment, à :

- Récupérer au niveau de l'usine le nitrate d'ammonium et l'ammoniac (p. ex., dans les installations de granulation, en recyclant les liquides de lavage des purificateurs de l'air aux stades d'évaporation) ;
- Intégrer les opérations de production d'acide nitrique dans les usines de NA/ANC ;

<sup>13</sup> Documents de référence sur les MTD de l'IPPC (2006)

- Traiter la vapeur contaminée avec de l'ammoniac ou du nitrate d'ammoniac, avant la condensation, en ayant recours à des techniques de séparation des gouttelettes et des dispositifs d'épuration (comme indiqué dans la section consacrée aux Émissions atmosphériques) ;
- Traiter les eaux industrielles (le condensat) par extraction à l'air ou à la vapeur, en ajoutant des alcali pour libérer l'ammoniac ionisé le cas échéant ; par échanges d'ions ; par distillation ; ou par des processus de séparation membranaire.

### *Traitement des eaux usées industrielles*

Les techniques employées pour traiter les eaux usées industrielles dans cette branche d'activité sont la filtration pour séparer les solides filtrables ; la répartition des flux et des charges ; la sédimentation pour réduire la quantité de solides en suspension au moyen de clarificateurs ; le retrait de l'ammoniac et de l'azote en utilisant des méthodes de traitement de nitrification-dénitrification physico-chimiques ou biologiques ; la déshumidification et l'élimination des résidus dans des décharges prévues à cet effet. Des contrôles d'ingénierie supplémentaires peuvent être nécessaires pour récupérer l'ammoniac provenant des procédés d'extraction à l'air et pour neutraliser les odeurs.

La gestion des eaux industrielles est traitée dans les **Directives EHS générales**, qui présentent des exemples de modes de traitement. En ayant recours à ces technologies et en suivant les bonnes pratiques en matière de gestion des eaux usées, les installations devraient satisfaire aux directives pour les valeurs des décharges des eaux usées portées dans le tableau pertinent de la section 2 du document pour cette branche d'activité.

### *Autres eaux usées et consommation d'eau*

Les directives sur la gestion des eaux usées non contaminées provenant des équipements sanitaires, des eaux de pluies non contaminées, et des eaux d'égout sont présentées dans les **Directives EHS générales**. Les écoulements d'eau contaminée doivent être acheminés de manière à passer par le système de traitement des eaux usées industrielles. Des recommandations pour réduire la consommation d'eau, en particulier dans les sites où les ressources naturelles en eau sont limitées, sont fournies dans les **Directives EHS générales**.

### **Matières dangereuses**

Les installations de production d'engrais azotés consomment et produisent des quantités importantes de matières dangereuses, qu'il s'agisse de matières premières ou intermédiaires ou de produits finis. La manutention, le stockage et le transport de ces matières doivent s'effectuer dans des conditions appropriées, afin de prévenir ou de limiter tout impact sur l'environnement et la santé. Les pratiques recommandées en matière de gestion, et en particulier de manutention, de stockage et de transport des matières dangereuses sont présentées dans les **Directives EHS générales**.

### **Déchets**

Les déchets dangereux les plus courants produits par les installations considérées sont les catalyseurs usés qui sont remplacés dans le cadre des cycles programmés de désulfuration des gaz dans les fabriques d'ammoniac et d'acide nitrique.<sup>14</sup> Les déchets non dangereux les plus courants sont les particules de poussière renfermant de l'azote qui proviennent des systèmes de contrôle des poussières des appareils de formation de perles et de granulation.

<sup>14</sup> Une usine d'ammoniac d'une capacité de 1 500 tonnes par jour peut générer environ 50 m<sup>3</sup>/an de catalyseurs usés.



Les méthodes de gestion recommandées pour les catalyseurs usés sont les suivantes :

- Bonne gestion du site, notamment immersion des catalyseurs pyrophoriques usés durant l'entreposage temporaire et le transport jusqu'au site de traitement final pour éviter des réactions exothermiques incontrôlées ;
- Renvoi au fabricant pour régénération ou récupération ;
- Gestion hors du site par des entreprises spécialisées qui peuvent soit récupérer les métaux lourds ou les métaux précieux, en utilisant dans la mesure du possible des procédés de récupération et de recyclage, soit gérer les catalyseurs usés suivant les méthodes de gestion des déchets industriels recommandées dans les **Directives EHS générales**.

Les méthodes de gestion recommandées pour les poussières et les produits non-conformes sont les suivantes :

- Recyclage dans les unités de production dont elles proviennent ou dans les installations de mélange des engrais de l'usine ;
- Envoi à des tierces parties (marchands et exploitants agricoles) en vue de leur utilisation.<sup>15</sup>

Le stockage et la manipulation des déchets dangereux et non dangereux doivent être effectués conformément aux bonnes pratiques EHS pour la gestion des déchets, telles qu'elles sont décrites dans les **Directives EHS générales**.

<sup>15</sup> Les réglementations de l'Union européenne (UE) et d'autres pays en matière d'engrais stipulent certaines normes de qualité du nitrate d'ammonium qui doivent être respectées pour que ce sous-produit puisse être réutilisé. EFMA (2003 et 2004) fournit des instructions à l'intention des producteurs, importateurs, distributeurs et marchands.

## Bruit

Les sources des émissions de bruit comprennent généralement les grosses machines tournantes comme les compresseurs et les turbines, les pompes, les moteurs électriques, les refroidisseurs d'air, les tambours rotatifs, les sphérodiseurs, les tapis roulants, les grues, les réchauffeurs à combustible, et la dépressurisation en situation d'urgence. Les instructions relatives à la maîtrise et la réduction des bruits sont fournies dans les **Directives EHS générales**.

## 1.2 Hygiène et sécurité au travail

Les problèmes d'hygiène et de sécurité au travail susceptibles de se poser durant la construction et le démantèlement des installations de production d'engrais azotés sont semblables à ceux rencontrés dans d'autres installations industrielles, et les mesures à prendre pour gérer ces problèmes sont décrites dans les **Directives EHS générales**.

Les questions d'hygiène et de sécurité au travail propres à chaque installation doivent être identifiées sur la base d'une analyse de la sécurité au travail ou d'une évaluation globale des risques, en utilisant une méthode établie telle qu'une étude d'identification des risques [HAZID], une étude sur les risques et l'exploitabilité [HAZOP] ou une évaluation quantitative des risques [QRA]. De manière générale, la planification des mesures de gestion de la santé et de la sécurité doit suivre une démarche systématique et structurée visant à prévenir et à maîtriser les risques physiques, chimiques, biologiques et radiologiques pour la santé et la sécurité, tels qu'ils sont décrits dans les **Directives générales**.

Les risques les plus significatifs en matière d'hygiène et de sécurité au travail sont associés à l'exploitation d'une installation

de production d'engrais azotés rentrent dans les catégories suivantes :

- Sûreté des procédés
- Risques chimiques
- Risques d'incendies et d'explosions
- Stockage de l'ammoniac

### Sûreté des procédés

Des protocoles garants de la sûreté des opérations doivent être suivis en raison des caractéristiques propres à cette branche d'activité, qui fait intervenir des réactions chimiques complexes, l'utilisation de matières dangereuses (ex. matières toxiques, réactives, inflammables ou explosives) et des réactions de synthèses organiques à plusieurs étapes.

Pour gérer la sûreté des opérations, il importe de prendre des mesures pour :

- Évaluer les dangers physiques que les matériaux utilisés et les réactions chimiques peuvent présenter ;
- Réaliser des analyses des risques liés aux pratiques de chimie industrielle et d'ingénierie utilisées, y compris en matière de thermodynamique et de cinétique ;
- Examiner les procédures d'entretien préventif et l'intégrité mécanique des installations et des équipements industriels ;
- Assurer une formation adéquate des travailleurs ;
- Formuler des consignes d'exploitation et des procédures d'intervention d'urgence.

### Risques chimiques

Les produits chimiques toxiques présents dans les installations de production d'engrais azotés comprennent l'ammoniac, les vapeurs d'acide nitrique, le formaldéhyde gazeux, et les

poussières d'urée ou de NA. Les valeurs limites associées à leurs effets spécifiques sur la santé figurent dans les directives relatives aux valeurs limites d'exposition professionnelle publiées à l'échelle internationale (voir Suivi ci-après).

Les mesures de prévention et de maîtrise de l'exposition professionnelle consistent, notamment, à :

- Installer dans la mesure du possible des détecteurs de gaz dans les zones dangereuses ;
- Éviter les déversements d'acide nitrique ou prendre des dispositions pour les maîtriser et les minimiser. L'acide nitrique est extrêmement corrosif et tout contact avec la peau doit être évité ;
- Prévoir une ventilation adéquate dans toutes les aires où l'ammoniac, l'acide nitrique et le formaldéhyde aqueux font l'objet de manipulations ;
- Prévoir des dispositifs d'aspiration et de filtration de l'air dans tous les espaces intérieurs où des poussières d'urée et de NA peuvent être générées.

### Incendies et explosions

Les causes habituelles des incendies et des explosions dans les établissements où des matériaux azotés sont présents sont indiquées ci-après :

- Émission accidentelle de gaz synthétique dans les usines d'ammoniac ;
- Formation d'un mélange de gaz explosif dans les épurateurs de gaz inerte et libération d'ammoniac dans les installations de production d'urée ;
- Explosion du mélange air/ammoniac et des sels de nitrite/nitrate dans les usines d'acide nitrique ;

- Déclenchement d'un incendie et d'une explosion par du nitrate d'ammonium, qui est un agent oxydant présent dans les usines de NA ;
- Inflammation de produits d'engrais ou de poussières contaminées par de l'huile ou d'autres matériaux combustibles en présence d'une source de chaleur.

Les mesures recommandées pour prévenir et maîtriser les risques d'incendie et d'explosion consistent, notamment, à :

- Installer des systèmes de détection des fuites et d'autres dispositifs (dotés d'un mécanisme d'alarme, comme les moniteurs automatiques de pH dans les usines d'acide nitrique) pour détecter rapidement les émissions ;
- Séparer les aires de traitement, les aires de stockage, les zones de services généraux et les zones de sécurité, et adopter des distances de sécurité ;<sup>16</sup>
- Limiter les stocks qui peuvent produire des dégagements en isolant les stocks importants des aires opérationnelles des installations de production, et en isolant et purgeant les gaz inflammables pressurisés des stocks ;
- Supprimer les sources d'allumage potentielles ;
- Mettre en application des procédures pour éviter et maîtriser les mélanges de gaz dangereux, par exemple, en réduisant la teneur en hydrogène à moins de 10 parts par million (ppm) pour l'alimentation en CO<sub>2</sub> dans les usines d'urée ;
- Contrôler le ratio ammoniac-air en installant des soupapes d'arrêt automatique dans les usines d'acide nitrique ;
- Éviter de pressuriser de grandes quantités d'acide nitrique en vue de leur chargement/déchargement ;
- Utiliser de l'acier inoxydable austénitique renfermant du carbone pour les réservoirs, les cuves d'acide nitrique et les équipements accessoires ;
- Concevoir les installations de stockage de NA/ANC conformément aux instructions et normes agréées à l'échelle internationale.<sup>17</sup> Lesdites normes concernent généralement les aspects structurels et opérationnels des aires de stockage. Il est impératif d'installer un système adéquat de détection et de lutte contre les incendies ;
- Éliminer ou diluer les substances déversées et circonscrire la zone affectée par la défaillance du confinement.

### Stockage de l'ammoniac

Les mesures à prendre pour réduire le risque de rejets toxiques durant la manipulation ou l'entreposage d'ammoniac liquide consistent à :

- Éviter de placer les réservoirs d'ammoniac à proximité des installations où existe un risque d'incendie ou d'explosion ;
- Entreposer les stocks importants d'ammoniac liquide de préférence dans des installations frigorifiques car leur libération initiale, en cas de fuite dans un réservoir ou une ligne, est plus lente que dans le cas d'un système d'entreposage sous pression ;
- Mettre en application et tenir à jour un plan de gestion des urgences qui fournisse des instructions en matière de mesures d'urgence destinées à protéger les opérateurs et les communautés locales en cas de rejets toxiques d'ammoniac.

<sup>16</sup> Les distances de sécurité peuvent être déterminées à partir d'analyses de sécurité spécifiques au site (p. ex., API, NFPA). Consulter également le Handbook for the Safe Storage of Ammonium Nitrate Based Fertilizers (1992) de l'IFA/EFMA qui fournit des instructions sur la conception et la gestion opérationnelle.

<sup>17</sup> Consulter les directives relatives aux engrais CE 76/116 et CE 80/876, et la directive SEVESO 96/82/CE.

### 1.3 Santé et sécurité de la population

Les risques les plus significatifs pour la santé et la sécurité des communautés pendant l'exploitation des installations de production d'engrais azotés sont liés aux aspects suivants :

- Gestion, stockage et expédition des produits dangereux (ammoniac, acide nitrique, nitrate d'ammonium), pouvant donner lieu à des fuites/rejets accidentels de gaz toxiques et inflammables ;
- Élimination des déchets (produits non conformes, boues).

La conception et l'exploitation des installations doivent donner lieu à la mise en œuvre de mesures de précaution visant à réduire au minimum et à maîtriser les risques auxquels la population est exposée. Il s'agit notamment de :

- Recenser tous les scénarios plausibles de fuite attribuables à un défaut de conception ;
- Evaluer les effets de fuites éventuelles sur les zones avoisinantes, et en particulier les risques de pollution des nappes phréatiques et des sols ;
- Evaluer les risques potentiels que représente le transport des matériaux dangereux et choisir les itinéraires qui permettent le mieux de minimiser les risques courus par les communautés et d'autres parties ;
- Sélectionner un emplacement adapté en vue de la construction de l'usine, en tenant compte des zones d'habitation, des conditions météorologiques (direction des vents dominants, entre autres), des ressources en eau (vulnérabilité des nappes phréatiques, par exemple), et des distances de sécurité à prévoir entre les installations industrielles, en particulier les zones de stockage, et les zones d'habitation ;
- Définir les mesures de prévention et d'atténuation des risques à prendre ; et

- Élaborer un plan de gestion d'urgence, avec la participation des autorités locales et des communautés susceptibles d'être touchées.

Les autres instructions relatives à la gestion des impacts sur la santé et la sécurité des communautés pendant les phases de construction et de mise hors service, qui sont semblables à celles des autres établissements industriels de grande envergure, sont énoncées dans les **Directives EHS générales**.

## 2.0 Indicateurs de performance et suivi des résultats

### 2.1 Environnement

#### Directives pour les émissions et les effluents

Les tableaux 1 et 2 présentent les directives pour les émissions et les effluents dans cette branche d'activité. Les valeurs indiquées pour les émissions et les effluents industriels dans cette branche d'activité correspondent aux bonnes pratiques internationales dans ce domaine, telles qu'exprimées par les normes pertinentes des pays qui ont des cadres réglementaires reconnus. Ces directives sont réalisables, dans des conditions d'exploitation normales, dans les établissements conçus et exploités de manière appropriée qui appliquent les techniques de prévention et de contrôle de la pollution examinées dans les sections précédentes de ce document.

Les directives concernant les émissions s'appliquent aux émissions industrielles. Les directives concernant les émissions produites par les opérations de combustion associées aux activités de cogénération de centrales ayant une puissance installée ne dépassant pas 50 MWth figurent dans les **Directives EHS générales** ; les émissions des centrales électriques de plus grande taille sont présentées dans les **Directives EHS pour l'électricité thermique**. Des informations sur les conditions ambiantes basées sur la charge totale des émissions sont présentées dans les **Directives EHS générales**.

Les valeurs de référence relatives aux effluents s'appliquent aux effluents traités directement rejetés dans les eaux de surface destinées à un usage général. Des niveaux de rejet propres à chaque site peuvent être définis en fonction des conditions d'utilisation des systèmes publics de collecte et de traitement des eaux d'égout, le cas échéant, ou, dans le cas des effluents rejetés directement dans les eaux de surface, sur la base de la

classification des usages des ressources en eau décrites dans les **Directives EHS générales**. Les valeurs indiquées au tableau 1 doivent être relevées, pour des effluents non dilués, pendant au moins 95 % du temps d'exploitation de l'usine ou de l'unité considérée, calculé sur la base du nombre annuel d'heures d'exploitation. Tout écart par rapport à ces valeurs limites qui tiendrait à des conditions locales propres au projet considéré doit être justifié dans l'évaluation environnementale.

**Tableau 1. Niveaux des émissions atmosphériques pour les usines de production d'engrais azotés**

Polluant	Unité	Valeur donnée dans les directives
<b>Usines d'ammoniac<sup>1</sup></b>		
NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	50
NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	300
MP	mg/Nm <sup>3</sup>	50
<b>Usines d'acide nitrique</b>		
NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	200
N <sub>2</sub> O	mg/Nm <sup>3</sup>	800
NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	10
MP	mg/Nm <sup>3</sup>	50
<b>Usines d'urée/NAU</b>		
Urée (perles/granulation)	mg/Nm <sup>3</sup>	50
NH <sub>3</sub> (perles/granulation)	mg/Nm <sup>3</sup>	50
MP	"	50
<b>Usines NA/ANC</b>		
MP	mg/Nm <sup>3</sup>	50
NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	50
Notes :		
1. NO <sub>x</sub> dans les gaz de combustion issus du réformeur primaire. Les autres émissions proviennent du traitement, des tours de solidification du nitrate fondu, etc.		
NO <sub>x</sub> dans tous les types d'usines : température 273K (0°C), pression 101,3 kPa (1 atmosphère), teneur en oxygène 3% sur gaz de combustion sec.		

**Tableau 3. Consommation/génération de ressources et d'énergie**

Produit	Unité	Référence de l'industrie
Ammoniac	GJ/tonne NH <sub>3</sub>	28,4 à 32,0 <sup>(1)</sup>
Urée	GJ/tonne	25-30/10-50 <sup>(1)(2)</sup>
NA/ANC	kg vapeur/tonne NA/ANC	0-50/150-200 <sup>(1)</sup>
Acide nitrique (génération d'énergie)	GJ/tonne HNO <sub>3</sub> (100%)	2,4 – 1,6 <sup>(2)</sup> (MTD - moyenne)
<b>Sources :</b> 1. Association européenne des fabricants d'engrais (EFMA) (2000) 2. IPPC UE Document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour les produits chimiques inorganiques en grands volumes – ammoniac, acides et engrais		
Polluant	Unité	Valeur donnée dans les directives
ph	S.U.	6-9
Augmentation de température	C	<3
<b>Usines d'ammoniac</b>		
NH <sub>3</sub>	mg/l	5
Azote total	mg/l	15
MES	mg/l	30
<b>Usines d'acide nitrique</b>		
NH <sub>3</sub>	mg/l	5
Azote total	mg/l	15
MES	mg/l	30
<b>Usines d'urée</b>		
Urée(perle/granules.)	mg urée/l	1
NH <sub>3</sub> (perle/granules)	mg/l	5
<b>Usines NA/ANC</b>		
NA	mg/l	100
NH <sub>3</sub>	mg/l	5
Azote total	mg/l	15
SST	mg/l	30

domaines.

## Suivi des impacts environnementaux

Des programmes de suivi des impacts environnementaux dans cette branche d'activité doivent être mis en place de manière à couvrir toutes les activités qui peuvent avoir des impacts environnementaux importants dans des conditions normales ou anormales d'exploitation. Les activités de suivi des impacts environnementaux doivent être basées sur des indicateurs directs ou indirects d'émissions, d'effluents, et d'utilisation des ressources applicables au projet considéré.

Les activités de suivi doivent être suffisamment fréquentes pour fournir des données représentatives sur les paramètres considérés. Elles doivent être menées par des personnes ayant reçu la formation nécessaire à cet effet, suivant des procédures de suivi et de tenue des statistiques et utilisant des instruments bien calibrés et entretenus. Les données produites par les activités de suivi doivent être analysées et examinées à intervalles réguliers et comparées aux normes d'exploitation afin de permettre l'adoption de toute mesure corrective nécessaire. De plus amples informations sur les méthodes d'échantillonnage et d'analyse des émissions et des effluents applicables figurent dans les **Directives EHS générales**.

## 2.2 Hygiène et sécurité au travail

### Directives sur l'hygiène et la sécurité au travail

Les résultats obtenus dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité au travail doivent être évalués par rapport aux valeurs limites d'exposition professionnelle publiées à l'échelle internationale, comme les directives sur les valeurs limites d'exposition (TLV®) et les indices d'exposition à des agents biologiques (BEIs®) publiés par American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)<sup>18</sup>, *Pocket Guide to Chemical Hazards* publié par United States National Institute for

<sup>18</sup> Consulter: <http://www.acgih.org/TLV/> et <http://www.acgih.org/store/>

Occupational Health and Safety (NIOSH)<sup>19</sup>, les valeurs plafonds autorisées (PEL) publiées par Occupational Safety and Health Administration of the United States (OSHA)<sup>20</sup>, les valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif publiées par les États membres de l'Union européenne<sup>21</sup>, ou d'autres sources similaires.

l'hygiène et de la sécurité au travail sont données dans les **Directives EHS générales**.

### **Fréquence des accidents mortels et non mortels**

Il faut s'efforcer de ramener à zéro le nombre d'accidents du travail dont peuvent être victimes les travailleurs (employés et sous-traitants) dans le cadre d'un projet, en particulier les accidents qui peuvent entraîner des jours de travail perdus, des lésions d'une gravité plus ou moins grande, ou qui peuvent être mortels. Il est possible de comparer les chiffres enregistrés pour les installations des projets à ceux d'installations de pays développés opérant dans la même branche d'activité présentés dans des publications statistiques (par exemple US Bureau of Labor Statistics et UK Health and Safety Executive)<sup>22</sup>.

### **Suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail**

Il est nécessaire d'assurer le suivi des risques professionnels posés par les conditions de travail dans le cadre du projet considéré. ces activités doivent être conçues et poursuivies par des experts agréés<sup>23</sup> dans le contexte d'un programme de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail. Les installations doivent par ailleurs tenir un registre des accidents du travail, des maladies, des événements dangereux et autres incidents. De plus amples informations sur les programmes de suivi de

<sup>19</sup> Consulter: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

<sup>20</sup> Consulter :  
[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARD&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARD&p_id=9992)

<sup>21</sup> Consulter: [http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oel/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/)

<sup>22</sup> Consulter <http://www.bls.gov/iif/> and  
<http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

<sup>23</sup> Les experts agréés peuvent être des hygiénistes industriels diplômés, des hygiénistes du travail diplômés, des professionnels de la sécurité brevetés ou tout titulaire de qualifications équivalentes.

### 3.0 Bibliographie et sources d'information supplémentaires

Australian Government, Department of the Environment and Heritage. 2004. Emission Estimation Technique Manual for Inorganic Chemicals Manufacturing. Version 2.0. Canberra:

Commission. européenne 2006. European Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Bureau. Reference Document on Best Available Techniques (BAT) in Large Volume Inorganic Chemicals – Ammonia, Acids and Fertilizers. Final Draft. Octobre 2006. Séville: EIPPCB.

EFMA. 1998. Guidelines for Transporting Nitric Acid in Tanks. Bruxelles: EFMA. Disponible à <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 2000a. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. Production of Ammonia. Booklet No. 1. Bruxelles: EFMA. Disponible à <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 2000b. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. Production of Nitric Acid. Booklet No. 2. Bruxelles: EFMA. Disponible à <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 2000c. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. Production of Urea and Urea Ammonium Nitrate. Booklet No. 5. Bruxelles: EFMA. Disponible à <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 2000d. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. Production of Ammonium Nitrate and Calcium Ammonium Nitrate. Booklet No. 6. Bruxelles: EFMA. Disponible à <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 2002. Recommendations for the Safe and Reliable Inspection of Atmospheric, Refrigerated Ammonia Storage Tanks. Bruxelles: EFMA. Disponible à <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 2003. Guidance for Safe Handling and Utilization of Non-Conforming Fertilizers and Related Materials for Fertilizer Producers. Bruxelles: EFMA. Disponible à <http://www.efma.org/publications>

European Fertilizer Manufacturers' Association (EFMA). 2004. Guidance for Safe Handling and Utilization of Non-Conforming Solid Fertilizers and Related Materials for Fertilizer Importers, Distributors and Merchants. Bruxelles: EFMA. Disponible à <http://www.efma.org/publications>

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). 2004. Promulgation of the New Version of the Ordinance on Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters (Waste Water Ordinance - AbwV) of 17. Juin 2004. Berlin: BMU. Disponible à [http://www.bmu.de/english/water\\_management/downloads/doc/3381.php](http://www.bmu.de/english/water_management/downloads/doc/3381.php)

German Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). 2002. First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft). Bonne: BMU. Disponible à [http://www.bmu.de/english/air\\_pollution\\_control/ta\\_luft/doc/36958.php](http://www.bmu.de/english/air_pollution_control/ta_luft/doc/36958.php)

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). 2006. Special Report. Carbon Dioxide Capture and Storage, Mars 2006. Genève: IPCC. Disponible à <http://www.ipcc.ch/pub/online.htm>

International Fertilizers Industry Association (IFA)/EFMA. 1992. Handbook for the Safe Storage of Ammonium Nitrate Based Fertilizers. Paris et Zurich: IFA/EFMA. Disponible à <http://www.efma.org/publications>

Kirk-Othmer, R.E. 2006. Encyclopedia of Chemical Technology. 5th Edition. New York, NY: John Wiley and Sons Ltd.

UK Environment Agency. 1999b. IPC Guidance Note Series 2 (S2) Chemical Industry Sector. S2 4.04: Inorganic Chemicals. Bristol: Environment Agency. Disponible à <http://www.environment-agency.gov.uk/>

UK Environmental Agency. 2004. Sector Guidance Note IPPC S4.03. Guidance for the Inorganic Chemicals Sector. Bristol: Environment Agency. Disponible à <http://www.environment-agency.gov.uk/>

United Kingdom (UK) Environment Agency. 1999a. IPC Guidance Note Series 2 (S2) Chemical Industry Sector. S2 4.03: Inorganic Acids and Halogens. Bristol: Environment Agency. Disponible à <http://www.environment-agency.gov.uk/>

United States (US) Environment Protection Agency (EPA). 40 CFR Part 60, Standards of Performance for New and Existing Stationary Sources: Subpart G—Standards of Performance for Nitric Acid Plants. Washington, DC: EPA. Disponible à <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart B—Ammonia Subcategory. Washington, DC: EPA. Disponible à <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart C—Urea Subcategory. Washington, DC: EPA. Disponible à <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart D—Ammonium Nitrate Subcategory. Washington, DC: EPA. Disponible à <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart E—Nitric Acid Subcategory. Washington, DC: EPA. Disponible à <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart F—Ammonium Sulfate Subcategory. Washington, DC: EPA. Disponible à <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart G—Mixed and Blend Fertilizer Production Subcategory. Washington, DC: EPA. Disponible à <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>



## Annexe A — Description générale des activités

Les activités de production d'engrais azotés à base d'ammoniac englobent la production d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), d'urée, d'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ), de nitrate d'ammonium (NA), d'ammonitrate de calcium (ANC), de sulfate d'ammonium, et d'engrais azotés mélangés comme les composés d'urée (p. ex., le sulfate d'ammonium-urée (SAU), le sulfate d'aluminium-urée), obtenus en ajoutant un composé du soufre (sulfate d'ammonium ou sulfate d'aluminium) à l'urée fondue et des engrais liquides de nitrate d'ammonium-urée (NAU) (28, 30 ou 32 % N).

### Ammoniac

Le reformage à la vapeur et à l'air du gaz naturel est la méthode de production de gaz d'ammoniac de synthèse la plus simple et la plus efficace, et est généralement utilisée dans cette branche d'activité.

L'ammoniac est produit par une réaction exothermique de l'hydrogène et de l'azote. Cette réaction se produit en la présence de catalyseurs à oxyde métallique à une pression élevée. Les catalyseurs utilisés dans le procédé peuvent contenir du cobalt, du molybdène, du nickel, de l'oxyde de fer/oxyde de chrome, de l'oxyde de cuivre/oxyde de zinc et du fer. Le produit d'ammoniac sous forme liquide est stocké dans de grands réservoirs sous pression barométrique à une température de  $-33$  degrés centigrade, ou dans de grandes sphères à des pressions pouvant atteindre 20 atmosphères à la température ambiante. La matière première de l'azote provient de l'air atmosphérique, qui peut être utilisé dans son état naturel sous forme d'air comprimé, ou sous forme d'azote pur produit d'une usine de liquéfaction d'air. L'hydrogène peut provenir de différentes comme le gaz naturel, le pétrole brut, le naphtha, ou les gaz qui s'échappent des procédés dans des fours à coke ou des raffineries.

La production d'ammoniac à partir du gaz naturel comprend les étapes suivantes : extraction des traces de soufre dans le produit initial ; reformage primaire et secondaire, conversion du monoxyde de carbone, retrait du dioxyde de carbone, méthanation, compression, synthèse de l'ammoniac et réfrigération du produit d'ammoniac. Le carbone est retiré sous forme de  $\text{CO}_2$  concentré, qui peut être utilisé pour la fabrication de l'urée ou à d'autres fins industrielles, permettant ainsi de réduire les quantités rejetées dans l'atmosphère.

L'ammoniac peut également être produit par oxydation partielle de mazout lourd ou de résidus sous vide. Deux autres procédés non conventionnels peuvent être utilisés. Ils consistent à :

- Ajouter une quantité d'air industriel supplémentaire dans l'unité de reformage secondaire avec retrait cryogénique de l'azote excédentaire ;
- Procéder au reformage autothermique par échange de chaleur<sup>24</sup>.

Une fois produit, l'ammoniac liquéfié peut être utilisé, soit directement dans les installations en aval, ou transféré dans des réservoirs de stockage. L'ammoniac stocké est expédié aux utilisateurs par camion-citerne, wagon-citerne, ou bateau. Une des trois méthodes suivantes est généralement utilisée pour stocker l'ammoniac :

- Stockage entièrement réfrigéré dans de grands réservoirs ayant généralement une capacité comprise entre 10 000 et 30 000 tonnes (à hauteur de 50 000 tonnes). Les réservoirs peuvent être des réservoirs à paroi simple et à enceinte de confinement unique avec un mur de protection,

<sup>24</sup> Ce type de procédé repose sur une technologie récente, en cours d'élaboration, qui comporte un certain avantage environnemental en raison des besoins réduits en matière de combustion dans le réformeur primaire et de son potentiel de réduction de consommation d'énergie.

des réservoirs à double enceinte de confinement avec deux parois verticales, ou des réservoirs de stockage à rétention totale avec deux parois ;

- Des sphères ou cylindres de stockage sous pression avec une capacité à hauteur d'environ 1 700 tonnes ;
- Des réservoirs semi-réfrigérés.

## Urée

La synthèse de l'urée consiste à combiner de l'ammoniac et du dioxyde de carbone à haute pression pour former du carbamate d'ammonium, qui est ensuite déshydraté en appliquant de la chaleur, pour former de l'urée et de l'eau. Le premier stade est rapide et exothermique, et s'achève essentiellement dans des conditions de réaction utilisées dans les établissements industriels. Le deuxième stade est plus lent et endothermique, et ne se poursuit pas jusqu'à son terme. La conversion (sur une base de CO<sub>2</sub>) est généralement de l'ordre de 50 à 80 % et ce pourcentage augmente avec la température et le ratio NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub>.

Deux méthodes d'extraction commerciale sont employées : l'une utilise du CO<sub>2</sub> et l'autre utilise du NH<sub>3</sub> comme gaz d'extraction. La solution d'urée qui est produite par les étapes de synthèse/recyclage du processus est ensuite concentrée en une urée fondue pour être convertie en un produit solide en perles ou granuleux.

Dans le cadre de la technique de la solidification du nitrate fondu, l'urée fondue concentrée (99,7 %) alimente une tête d'arrosage rotative similaires à celle de systèmes de seaux/douches située au sommet de la tour de solidification. Des gouttelettes liquides se forment, se solidifient, et refroidissent en tombant en chute libre dans la tour contre un courant d'air ambiant forcé ou naturellement ascendant. Le produit est retiré de la base de la tour et placé sur un tapis roulant. Il peut être refroidi à l'air ambiant et passé au crible

avant d'être transféré vers le lieu de stockage. Les diamètres moyens des perles (gouttelettes solidifiées) sont généralement de l'ordre de 1,6 à 2,0 millimètres (mm) dans le cadre des opérations de solidification. On peut avoir recours au conditionnement de l'urée fondue et des « cristaux d'ensemencement » de la masse en fusion pour améliorer les propriétés antiagglomérantes et mécaniques des perles au cours du stockage/manutention.

Dans le cadre de la granulation, un produit d'alimentation d'urée moins concentré (de 95 à 99,7 %) est utilisé. La concentration plus faible du produit de base permet d'éliminer le deuxième stade du processus d'évaporation et simplifie le traitement des condensats provenant des procédés. Ce processus implique de vaporiser la masse en fusion sur des particules d'ensemencement recyclées ou des perles circulant dans le granulateur. L'air qui passe au travers du granulateur solidifie la masse en fusion déposée sur le matériau d'ensemencement. Les procédés qui utilisent des stocks d'alimentation moins concentrés nécessitent moins d'air de refroidissement, étant donné qu'une quantité de chaleur est dissipée par le biais de la cristallisation de l'urée qui implique une évaporation d'eau supplémentaire. Généralement, le produit qui quitte le granulateur est refroidi et passé au crible avant d'être transféré vers l'aire de stockage. L'urée fondue peut également être conditionnée, avant le stade de la vaporisation, afin d'améliorer les caractéristiques de stockage/manutention du produit granuleux. Du formaldéhyde aqueux peut être injecté, comme agent de conditionnement, dans le produit final, à des taux compris entre 0,05 et 0,5 %.

## Acide nitrique

Les principaux stades de production d'acide nitrique consistent à : vaporiser l'ammoniac liquide ; mélanger la vapeur avec de l'air et brûler le mélange au-dessus d'un catalyseur en platine/rhodium ; refroidir l'oxyde nitrique (NO) qui en résulte et

l'oxyder en dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) avec de l'oxygène résiduel ; et faire absorber le dioxyde d'azote par de l'eau dans une colonne d'absorption pour former de l'acide nitrique. Les usines à grande capacité permettent normalement d'utiliser des procédés à des pressions différentes (c.-à-d., combustion à pression moyenne et absorption à haute pression), tandis que dans les usines plus petites, il arrive que la combustion et l'absorption s'effectuent à la même pression. La haute pression dans la colonne d'absorption réduit les émissions d'oxyde d'azote ( $\text{NO}_x$ ), bien que la réduction catalytique soit nécessaire pour satisfaire aux limites d'émission mises habituellement en application.

### **Nitrate d'ammonium (NA) et ammonitrate de calcium (ANC)**

Le nitrate d'ammonium (NA) est largement utilisé comme engrais azoté, tout en étant également utilisé comme explosif. Le nitrate d'ammonium résulte d'une réaction entre de l'ammoniac gazeux et de l'acide nitrique aqueux. Le processus de production comprend trois principales opérations: neutralisation, évaporation, et solidification (formation de perles et granulation). Les neutraliseurs peuvent être des cuves en ébullition libre, des systèmes de circulation ou des réacteurs tubulaires. La solution de nitrate d'ammonium qui provient de la neutralisation peut être utilisée de diverses manières : elle peut être employée dans les installations en aval, vendue en tant que telle, ou transformée en nitrate d'ammonium solide par le biais de la formation de perles et de la granulation. Pour fabriquer de l'ammonitrate de calcium (ANC), le nitrate d'ammonium est mélangé avec une composition de remplissage solide, principalement du carbonate de calcium (calcaire ou dolomie), qui est ajoutée avant que les gouttelettes ne se forment.

L'évaporateur retire presque toute l'eau de la solution NA afin d'atteindre la teneur en eau qui est acceptable et appropriée pour le procédé de production du produit final utilisé

(normalement moins d'1 % pour un produit en perles et jusqu'à 8 % pour l'alimentation de quelques processus de granulation). Le nitrate d'ammonium d'alimentation est traité dans une usine de perlage.

Au cours du processus de granulation qui s'effectue dans des plateaux et tambours rotatifs, des « spherodizers » (appareils de production de sphéroïdes), des malaxeurs et des lits fluidisés, une solution chaude concentrée de nitrate d'ammonium est vaporisée. En général, il n'est pas nécessaire de soumettre les granules à un séchage supplémentaire. Les granules sont passés au crible et les particules fines, ainsi que celles qui ont été broyées qui sont trop grosses, sont renvoyées dans le granulateur.

Des produits granuleux à base d'ammonium ou de sulfate de calcium sont également fabriqués. Les produits d'engrais solides finaux peuvent quitter le site de production en vrac ou conditionnés dans des paquets de dimensions diverses.

### **Sulfate d'ammonium**

Autrefois, le sulfate d'ammonium ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) était produit synthétiquement par une réaction directe entre de l'ammoniac et de l'acide sulfurique, et par d'autres procédés industriels, tels que la réaction entre du carbonate d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{CO}_3$ ) et du sulfate de calcium ( $\text{Ca}_2\text{SO}_4$ ). Actuellement, le sulfate d'ammonium est principalement produit en tant que sous-produit du caprolactam, de l'acrylonitrile, de la réduction de  $\text{SO}_2$ , et de la production de coke.

Dans le cadre de la production synthétique, les cristaux de sulfate d'ammonium se forment sous l'effet de la combinaison d'ammoniac anhydre et d'acide sulfurique dans un réacteur, et en faisant circuler la liqueur de sulfate d'ammonium au travers d'un évaporateur d'eau. Les cristaux sont séparés de la liqueur dans une centrifuge, alimentent un lit fluidisé ou un séchoir à

tambour rotatif, et sont passés au crible avant d'être conditionnés ou chargés en vrac.

La production de l'acrylonitrile et du caprolactam, une réaction est lancée entre l'ammoniac/acide sulfurique en excès et de l'acide sulfurique/ammoniac, pour produire une solution de sulfate d'ammoniac qui peut être vendue comme engrais. La cristallisation est le seul procédé permettant d'obtenir du sulfate d'ammonium solide réutilisable. Les unités des installations procédant à la récupération du sulfate d'ammonium comprennent également des équipements qui ont pour fonction d'extraire les matières organiques et les fines de catalyseur.