

## AMMONIAC 2013

### MATIÈRES PREMIÈRES :

Pour produire 1 t de NH<sub>3</sub> il faut 658 m<sup>3</sup> de [diazote](#) et 1 974 m<sup>3</sup> de [dihydrogène](#), mesurés à 1 bar et 25 °C. Le diazote provient de l'air. Le dihydrogène est obtenu principalement par vaporéformage du [gaz naturel](#) (composé de méthane, CH<sub>4</sub>) mais aussi, particulièrement en Chine, à partir du [charbon](#), lors de l'élaboration du coke ou par gazéification en présence d'eau.

En 2013, le [gaz naturel](#) est la matière première adoptée pour 65 % des capacités mondiales de production de NH<sub>3</sub>, le [charbon](#) et le gaz de cokerie pour 31 % (à 95 % en Chine), le fuel ou le naphtha pour 4 %.

En Chine, en 2013, le charbon représente 86 % des matières premières utilisées.

Dans l'Union européenne, en 2012, la part du gaz naturel est de 90 %.

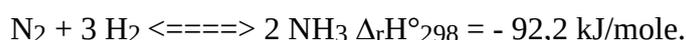
Toute la production française d'ammoniac est effectuée à partir de gaz naturel.

Le gaz naturel représente de 70 à 85 % des coûts de production de l'ammoniac. Il faut 0,6 kg de gaz naturel pour produire 1 kg d'ammoniac.

### FABRICATION INDUSTRIELLE :

En général, l'élaboration se fait directement à partir du gaz naturel (qui donne [H<sub>2</sub>](#), voir le chapitre consacré à ce gaz). L'air (source de diazote) est introduit après le vaporéformage et avant la conversion. A ce stade, le [gaz de synthèse](#) contient de 5 à 11 % de méthane non transformé. Un réformage secondaire (ou post combustion) permet d'éliminer le dioxygène de l'air par combustion avec le méthane restant.

La synthèse de NH<sub>3</sub> a lieu à haute pression (8 à 30 MPa), 350 à 500°C, en présence de catalyseurs contenant du fer. Le rendement est faible (environ 20 %), ce qui nécessite un recyclage du gaz non converti après récupération de NH<sub>3</sub> par refroidissement.



- Catalyseur : exemple de composition, en % en masse, avant réduction lors de la production de NH<sub>3</sub>. Dans le réacteur, l'oxyde de fer est réduit en fer.

Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	94,3 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,3 %
CaO	1,7 %
K <sub>2</sub> O	0,8 %
MgO	0,5 %
SiO <sub>2</sub>	0,4 %

Un four de production de NH<sub>3</sub> contient 100 t de catalyseur, sous forme de grains de 1,5 à 20 mm, avec une durée de vie qui peut atteindre 10 ans.

Dans les réacteurs fonctionnant à pression relativement basse (8 à 10 MPa), les catalyseurs contiennent environ 5 % d'oxyde de cobalt.

Un catalyseur à base de rubidium et de ruthénium est utilisé dans une unité de production de 150 000 t/an à Kitimat en Colombie Britannique (Canada).

- Chaque unité de production peut donner jusqu'à 3 300 t NH<sub>3</sub>/jour. La plus grande usine européenne de production d'ammoniac, exploitée par Yara, est située à Sluiskil, aux Pays-Bas. Les 3 unités de production possèdent une capacité de 1,7 million de t/an.

- NH<sub>3</sub> est obtenu anhydre, liquide, à -33°C, et stocké à cette température, à la pression atmosphérique. Les réservoirs contiennent jusqu'à 36 000 t de NH<sub>3</sub>.

**Coproduit** : du [dioxyde de carbone](#) (1,2 t/t d'ammoniac). Celui-ci peut être utilisé pour produire de l'[urée](#), vendu aux distributeurs de gaz industriels, ou rejeté dans l'atmosphère.

**PRODUCTIONS** : en 2013, en millions t de N. Monde : 140, Union européenne (en 2012) : 15,0.

<a href="#">Chine</a>	46	<a href="#">Indonésie</a>	5,1
<a href="#">Inde</a>	12	<a href="#">Ukraine</a>	4,2
<a href="#">Russie</a>	10	<a href="#">Canada</a>	3,9
<a href="#">Etats-Unis</a>	8,7	<a href="#">Egypte</a>	3,0
<a href="#">Trinidad et Tobago</a>	5,3	<a href="#">Allemagne</a>	2,8

Source : USGS

Aux Etats-Unis, en 2013, 13 sociétés exploitent 28 usines de production situées pour 60 % des capacités de production en Louisiane, Oklahoma et Texas. Les principaux producteurs sont : [CF Industries Holdings](#), [Koch Nitrogen et LLC](#), [PCS Nitrogen](#), [Agrium](#).

Dans l'Union européenne, en 2013, avec une capacité de production de 16,9 millions de t de N, il y a 42 usines de production d'ammoniac.

La Chine, en 2012, compte 394 usines de production d'ammoniac.

**Producteurs** : en 2013, en millions de t/an de capacité de production.

<a href="#">Yara (Norvège)</a>	8,5	<a href="#">Sinopec (Chine)</a>	3,0
<a href="#">CF Industries (Etats-Unis)</a>	8,1	<a href="#">IFFCO (Inde)</a>	2,8
<a href="#">Agrium (Canada)</a>	4,8	<a href="#">EuroChem (Russie)</a>	2,8
<a href="#">Group DF (Ukraine)</a>	4,2	<a href="#">Uralchem (Russie)</a>	2,8
<a href="#">PotashCorp (Canada)</a>	4,1	<a href="#">Koch (Etats-Unis)</a>	2,7
<a href="#">TogliattiAzot (Russie)</a>	3,5	<a href="#">OCI (Egypte)</a>	2,2

Sources : rapports des sociétés

Le n°1 mondial, Yara, possède, en propre, des unités de production à Porsgrunn (Norvège), Brunsbüttel (Allemagne), Sluiskil (Pays-Bas), Le Havre (France), Ferrara (Italie), Trinidad et Tobago, Tertre (Belgique), Hull (Royaume Uni), Belle Plaine (Canada) ainsi que des participations dans des unités au Qatar, à Trinidad et Tobago, en Libye, à Ince et Billingham (Royaume Uni), Pilbara (Australie).

En 2013, la production de Yara a été de 7,4 millions de t, celle de CF Industries de 7,1 millions de t, celle d'Agrium de 3,6 millions de t, celle de Potash Corp : 3,6 millions de t.

**Transport** : l'ammoniac est principalement transformé sur place, sinon il est transporté liquide à - 33°C en camions citernes, navires de 35 000 t de capacité ou pipeline (5 090 km aux États-Unis). Le principal port d'exportation, celui de l'ammoniac produit en Russie et Ukraine, avec 2,6 millions de t/an, est Yuzhnyy situé sur les côtes de la Mer Noire.

**Commerce mondial** : il porte, en 2012, sur 15,5 millions de t de N. 88 % de la production est autoconsommée sur place.

Principaux pays exportateurs : en 2012, en millions de t de N.

Trinidad et Tobago	4,5	Indonésie	1,0
Russie	3,2	Algérie	0,8
Arabie Saoudite	1,6	Egypte	0,7
Ukraine	1,2	Qatar	0,7
Canada	1,2	Iran	0,5

Sources : IFA

Principaux pays importateurs : en 2012, en millions de t de N.

Etats-Unis	6,2	Belgique	0,7
Inde	1,8	Taiïwan	0,7
Corée du Sud	1,2	Turquie	0,6
Maroc	0,8	Allemagne	0,4
France	0,8	Espagne	0,4

Sources : IFA

Les Etats-Unis, premier pays importateur, ont importé, en 2013, 5 millions de t de N contenu dans de l'ammoniac anhydre. En 2012, ces importations proviennent à 60 % de Trinidad et Tobago, 18 % du Canada, 9 % de Russie.

**SITUATION FRANÇAISE** : en milliers de tonne de N, en 2013.

- Production : 881 avec une capacité de production de 1,226 millions de t.
- Usines : en milliers de t de N de capacités annuelles.

Le 1<sup>er</sup> juillet 2013, la société GPN, filiale de Total, a été acquise par Borealis, société autrichienne détenue à 64 % par [International Petroleum Investment Company](#) d'Abu Dhabi.

- Grand Quevilly ([Borealis](#)) : 328
- Grandpuits ([Borealis](#)) : 360
- Le Havre ([Yara France](#)) : 400
- Ottmarsheim ([Borealis](#)) : 180
- Exportations d'ammoniac anhydre : 75 508 t vers l'Allemagne à 35 %, la Turquie à 20 %, la Belgique à 17 %.

- Importations d'ammoniac anhydre : 703 697 t d'Algérie pour 24 %, Allemagne pour 19 %, Russie pour 10 %, Trinidad et Tobago pour 8 %.

## **UTILISATIONS :**

**Consommations:** en 2012, en millions de t de N. Monde : 136,5, Union européenne : 16,2.

Répartition :

Asie de l'Est	38,7 %	Asie de l'Ouest	7,4 %
Amérique du Nord	12,2 %	Europe Centrale	3,6 %
Europe de l'Est, Asie Centrale	11,3 %	Amérique Latine	3,4 %
Asie du Sud	11,1 %	Afrique	3,2 %
Europe de l'Ouest	8,3 %	Océanie	0,9 %

Source : IFA

En 2013, la consommation des Etats-Unis est de 13,5 millions de t de N.

## **Secteurs d'utilisation :**

Les engrais représentent 82 % de la consommation mondiale d'ammoniac (voir ce chapitre). En 2009, dans le monde, l'ammoniac a été utilisé directement pour seulement 4 % de la fertilisation azotée, le reste a été transformé et utilisé sous forme d'urée pour 57 % de la fertilisation azotée, de solutions NPK ou urée/nitrates pour 14 %, de nitrates pour 8 %, de phosphates d'ammonium pour 6 %.

Aux Etats-Unis, en 2013, 84 % de la consommation d'ammoniac est destinée à une utilisation sous forme d'engrais. Dans ce pays, compté en N contenu, 28,2 % de la consommation d'engrais azotés est sous forme d'ammoniac anhydre, 26,7 % sous forme de solutions, 21,3 % d'urée, 15,1 % d'engrais complexes, 2,3 % de sulfate d'ammonium, 1,9 % de nitrate d'ammonium.

Aux Etats-Unis, l'utilisation des engrais azotés est principalement réalisée directement avec de l'ammoniac (28 % de la fertilisation azotée) alors que dans d'autres régions, par exemple en Inde et en Chine, l'urée domine, avec respectivement 81 et 67 % de la fertilisation azotée ou, en Europe, le nitrate d'ammonium, avec 42 % de la fertilisation azotée.

Autres utilisations : plastiques et fibres (polyuréthane, résines urée-formol, nylon, acrylonitrile...), explosifs (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>).

Ces utilisations représentent 18 % de la consommation mondiale, à 77 % par la chimie, 17 % la fabrication d'explosifs, 5 % l'environnement.

- NH<sub>3</sub> est un intermédiaire dans la fabrication d'acide nitrique, d'urée, de nitrate d'ammonium, utilisés en grande partie dans les secteurs cités ci-dessus et principalement les engrais.

- Intervient, en étant recyclé, dans le procédé Solvay de fabrication du carbonate de sodium.

- Fluide réfrigérant : 45 t de NH<sub>3</sub> circulent dans 80 km de canalisations pour réfrigérer la piste de bobsleigh de La Plagne (73) construite pour les Jeux Olympiques d'hiver d'Albertville de 1992. Utilisé en remplacement des CFC.

- Utilisé pour éliminer l'aflatoxine (substance toxique) des sous-produits du pressage de l'huile d'arachide employés pour fabriquer des tourteaux pour l'alimentation animale.

### **Rôle de l'ammoniac dans l'acidification des pluies :**

En 2012, l'acidification des pluies est due à 58 % aux émanations d'ammoniac, 31 % à celles des oxydes d'azote et 11 % à celle du dioxyde de soufre. En 1980, celle-ci était principalement due au dioxyde de soufre avec 54 %, puis à l'ammoniac et aux oxydes d'azote avec 23 % chaque. Entre ces deux dates on a assisté à une diminution régulière de la pollution par le dioxyde de soufre alors que celle due à l'ammoniac reste sensiblement constante.

En 2012, en France métropolitaine, les émissions d'ammoniac ont été de 679 000 t, dues à 74 % aux déjections animales des élevages et 24 % aux apports d'engrais pour les cultures. En 1980, les émissions d'ammoniac étaient de 712 000 t.

A priori, il est surprenant que l'ammoniac joue un rôle, non négligeable, sur l'acidification des pluies. En effet le  $pK_a$  du couple  $NH_4^+/NH_3$  est de 9,2 et en conséquence, l'ammoniac est une base faible. Lors de l'épandage d'engrais, en particulier d'urée qui libère de l'ammoniac lors de son hydrolyse, une partie de celui-ci est libérée dans l'atmosphère et dans un premier temps peut neutraliser l'acidité des pluies en formant des ions  $NH_4^+$  lors de sa dissolution. Toutefois, la formation d'ion ammonium ( $NH_4^+$ ) contenu dans les pluies et la présence de celui-ci lors d'épandage d'engrais le renfermant, par exemple les ammonitrates, se traduit, dans les sols, par une action de nitrification qui, à l'aide de bactéries contenues naturellement dans les sols, produit des ions nitrate mais aussi des ions  $H^+$ , selon les réactions suivantes :

