

AMMONIAC 2015

MATIÈRES PREMIÈRES :

Pour produire 1 t de NH₃ il faut 658 m³ de [diazote](#) et 1 974 m³ 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, CH₄) 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 NH₃, 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, en 2013, dans l'Union européenne, de 80 à 88 % des coûts de production de l'ammoniac. Il faut 0,6 kg de gaz naturel pour produire 1 kg d'ammoniac.

FABRICATION INDUSTRIELLE : selon le procédé Haber-Bosch dont la première industrialisation a eu lieu, en 1913, par BASF, à Oppau, en Allemagne.

En général, en dehors de la Chine, l'élaboration se fait directement à partir du gaz naturel qui donne [H₂](#) (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 NH₃ 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 NH₃ par refroidissement.



- Catalyseur : exemple de composition, en % en masse, avant réduction lors de la production de NH₃. Dans le réacteur, l'oxyde de fer est réduit en fer.

Fe₃O₄	94,3 %
Al₂O₃	2,3 %
CaO	1,7 %
K₂O	0,8 %
MgO	0,5 %
SiO₂	0,4 %

Un four de production de NH₃ 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 NH₃/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 1,8 million de t/an. L'ammoniac est utilisé dans 2 unités de production d'acide nitrique avec une capacité de production de 1,275 million de t/an, dans 2 unités de productions d'urée avec une capacité de production de 750 000 t/an et des unités de production de nitrates avec une capacité de production de 1,8 million de t/an.

- NH₃ 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 NH₃.

Coproduit : du [dioxyde de carbone](#) (2,1 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. La production d'ammoniac génère au niveau mondial 1 % des émissions de gaz à effet de serre. Les émissions sont comprises entre 1,6 t de CO₂/t de NH₃ à partir du gaz naturel et 3,8 t de CO₂/t de NH₃ à partir de charbon.

PRODUCTIONS : en 2015, en millions t de NH₃. Monde : 177 ou 146 exprimé en N. Union européenne (en 2014) : 15,6.

Chine	58	Ukraine	5,1
Russie	14,5	Canada	4,7
Inde	13,3	Arabie Saoudite	3,9
Etats-Unis	11,4	Estonie	3,6
Indonésie	6,0	Qatar	3,6
Trinidad et Tobago	5,7	Allemagne	3,4

Source : USGS

En 2016, les capacités mondiales de production sont de 219 millions de t/an d'ammoniac.

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

Aux Etats-Unis, en 2015, 13 sociétés exploitent 29 usines de production situées pour 60 % des capacités de production, sur un total de 18,76 millions de t, en Louisiane, Oklahoma et Texas. Les principaux producteurs sont : [CF Industries Holdings](#) avec 37,3 % des capacités de production, [Agrium](#) avec 16,8 % des capacités de production, [Koch Nitrogen, LLC](#) avec 13,3 % des capacités de production, [PCS Nitrogen](#) avec 10,4 % des capacités de production.

Dans l'Union européenne, en 2013, avec une capacité de production de 20,613 millions de t/an de NH₃, il y a 42 usines de production d'ammoniac. Capacités de productions et nombre d'usines, en 2013, et productions en 2014, en milliers de t NH₃.

	Capacité kt/an	Nombre d'usines	Production, kt		Capacité kt/an	Nombre d'usines	Production, kt
Allemagne	3 438	5	3 074	Bulgarie	1 118	3	*

Pologne	3 210	5	2 638	Royaume Uni	1 100	3	758
Pays Bas	2 717	2	*	Belgique	1 020	2	*
Roumanie	2 176	6	1 249	Espagne	609	3	*
France	1 495	4	910	Italie	600	1	*
Lithuanie	1 118	1	987	Autriche	485	1	*

Source : Eurostat et Centre for European Policy Studies

* : les productions des Pays Bas, de la Bulgarie, de la Belgique, de l'Espagne, de l'Italie, de l'Autriche sont confidentielles.

Par ailleurs, en 2013, il y a 2 usines en Hongrie et 1 usine en Slovaquie, République tchèque, Estonie et Grèce.

Producteurs : en 2015, en millions de t/an de capacité de production d'ammoniac.

Yara (Norvège)	8,2	TogliattiAzot (Russie)	3,5
CF Industries (Etats-Unis)	7,9	Sinopec (Chine)	3,0
Ostchem (Ukraine)	4,0	IFFCO (Inde)	2,8
PotashCorp (Canada)	4,2	EuroChem (Russie)	2,8
OCI (Egypte)	3,5	Uralchem (Russie)	2,8
Agrium (Canada)	3,5	Koch (Etats-Unis)	2,7

Sources : rapports des sociétés

Le n°1 mondial, Yara, possède, en propre, des unités de production à Porsgrunn en Norvège avec 500 000 t/an, à Brunsbüttel en Allemagne avec 700 000 t/an, à Sluiskil aux Pays-Bas avec 1,8 million de t/an, au Havre en France avec 400 000 t/an, à Ferrara en Italie avec 600 000 t/an, à Tertre en Belgique avec 400 000 t/an, à Hull au Royaume Uni avec 300 000 t/an, à Belle Plaine au Canada avec 700 000 t/an, à Cartagène en Colombie avec 100 000 t/an, à Trinidad et Tobago avec 200 000 t/an et à Pilbara en Australie avec 900 000 t/an, ainsi que des participations dans des unités au Qatar avec 25 % de Qafco et 1 million de t/an, à Trinidad et Tobago avec 49 % de participation et 400 000 t/an, en Libye avec 50 % de Lifeco et 200 000 t/an. En 2015, la production de Yara a été de 7,035 million de t d'ammoniac.

[CF Industries](#), possède des usines de production aux Etats-Unis, en Louisiane à Donaldsonville, avec une capacité de 2,784 millions de t/an de NH₃, dans le Mississippi à Yazoo City, avec 508 000 t/an, dans l'Oklahoma à Verdigris avec 1,070 million de t/an et Woodward avec 435 000 t/an, dans l'Iowa à Port Neal avec 345 000 t/an, au Canada, dans l'Alberta à Medecine Hat avec 1,134 million de t/an et dans l'Ontario à Courtright avec 453 000 t/an, au Royaume Uni, à Billingham avec 499 000 t/an et Ince avec 345 000 t/an et détient à [Trinidad et Tobago](#) une participation de 50 % de Point Lisas Nitrogen Limited avec 327 000 t/an. En 2015, la production totale d'ammoniac de CF Industries a été de 6,960 millions de t dont 3,965 millions de t ont été transformées en divers produits azotés (urée, ammonitrate...).

Transport : l'ammoniac est principalement transformé sur place, à 88 %, 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, 2 000 km en Russie et Ukraine entre Togliatti et Odessa). 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 2015, sur 19,6 millions de t de NH₃.

Principaux pays exportateurs : en 2015, en millions de t de NH₃.

Trinidad et Tobago	4,2	Indonésie	1,0
Russie	3,5	Qatar	0,8
Arabie Saoudite	2,7	Iran	0,7
Canada	1,1	Etats-Unis	0,6
Algérie	1,1	Australie	0,5

Sources : ITC

Principaux pays importateurs : en 2015, en millions de t de NH₃.

Etats-Unis	5,2	France	0,8
Ukraine	2,4	Allemagne	0,8
Inde	2,2	Taiwan	0,6
Belgique	1,1	Turquie	0,5
Corée du Sud	1,0	Espagne	0,5

Sources : ITC

Les importations des Etats-Unis proviennent à 63 % de Trinidad et Tobago, 22 % du Canada, 8 % de Russie.

SITUATION FRANÇAISE : en tonnes de NH₃, en 2015.

- Production : 910 000 t, en 2014, avec une capacité de production, en 2016, de 1,5 million de t.
- Usines : en milliers de t de NH₃ de capacités annuelles.

Le 1^{er} 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.

- Grandpuits ([Borealis](#)) : 439 000 t/an.
- Grand Quevilly ([Borealis](#)) : 400 000 t/an.
- Le Havre ([Yara France](#)) : 400 000 t/an.
- Ottmarsheim ([Borealis](#)) : 260 000 t/an.

Localisation des usines françaises de production d'ammoniac



- Exportations d'ammoniac anhydre : 114 095 t vers la Belgique à 19 %, l'Allemagne à 18 %, la Finlande à 14 %, le Chili à 14 %, l'Espagne à 13 %.

- Importations d'ammoniac anhydre : 759 357 t d'Algérie pour 42 %, d'Allemagne pour 18 %, des Pays Bas pour 9 %.

UTILISATIONS :

Consommations: en 2014, en millions de t de NH₃. Monde : 165,1, Union européenne : 19,6.

Répartition :

Asie de l'Est	39,7 %	Asie de l'Ouest	7,7 %
---------------	--------	-----------------	-------

Amérique du Nord	11,8 %	Europe Centrale	3,4 %
Asie du Sud	11,1 %	Afrique	3,1 %
Europe de l'Est, Asie Centrale	10,6 %	Amérique Latine	2,9 %
Europe de l'Ouest	8,4 %	Océanie	0,8 %

Source : IFA

En 2015, la consommation des Etats-Unis est de 16,1 millions de t de NH₃.

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 (NH₄NO₃).

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

- NH₃ 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 NH₃ 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 2014, l'acidification des pluies est due à 62 % aux émanations d'ammoniac, 29 % à celles des oxydes d'azote et 8 % 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 2015, en France métropolitaine, les émissions d'ammoniac ont été de 708 000 t, dues à 66 % aux déjections animales des élevages et 31 % 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 :

