

# AMMONIAC 2019

## 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 vaporeformage 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 2015, le [gaz naturel](#) est la matière première adoptée pour 69 % des capacités mondiales de production de NH<sub>3</sub>, le [charbon](#) et le gaz de cokerie pour 29 % (à 95 % en Chine), le fuel ou le naphtha pour 2 %.

En Chine, en 2016, le charbon représente 82 % 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.

En 2019, le gaz naturel représente 35 % des coûts de production du principal producteur mondial CF Industries.

## Fabrication industrielle

**Principe** : 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 [H<sub>2</sub>](#) (voir le chapitre consacré à ce gaz). L'air (source de diazote) est introduit après le vaporeformage et avant la conversion. A ce stade, le [gaz de synthèse](#) contient de 5 à 11 % de méthane non transformé. Un reformage 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.



Les nouvelles unités de production peuvent donner 3 300 t NH<sub>3</sub>/jour et atteindre jusqu'à 4 250 t/jour. La consommation moyenne d'énergie est de 34,7 GJ/t dans l'Union européenne, elle est de 27 GJ/t pour les nouvelles unités de production.

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

### Exemples d'unités de production :

- La plus grande usine, au monde, est celle exploitée par [CF Industries](#), aux États-Unis en Louisiane, à Donaldsonville, avec une capacité de 3,933 millions de t/an de NH<sub>3</sub>. Elle comprend 6 unités de production d'ammoniac, 5 d'urée avec une capacité de production de 2,390 millions de t/an, 4 d'acide nitrique, 3 de solutions urée/nitrate d'ammonium à 32 % de N avec une capacité de production de 2,952 millions de t/an. La capacité de stockage est de 127 000 t d'ammoniac.
- 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 1,9 million de t/an. L'ammoniac est utilisé dans 2 unités de production d'acide nitrique avec une capacité de production de 1,4 million de t/an, dans 2 unités de productions d'urée avec une capacité de production de 1,3 million de t/an et des unités de production de nitrates avec une capacité de production de 1,9 million de t/an.

**Stockage** : 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>. CF Industrie possède une capacité de stockage de 1,315 million de t.

**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 CO<sub>2</sub>/t de NH<sub>3</sub> à partir du gaz naturel et 3,8 t de CO<sub>2</sub>/t de NH<sub>3</sub> à partir de charbon.

### Productions

En 2019. Monde : 182 millions t de NH<sub>3</sub> ou 150 millions de t exprimé en N. Union européenne : 14,7 millions t de NH<sub>3</sub>.



en millions t de NH<sub>3</sub>

Chine	49	Arabie Saoudite	5,2
Russie	18	Égypte	5,0
États-Unis	17	Trinidad et Tobago	4,9
Inde	15	Canada	4,6
Indonésie	6,1	Iran	4,1

Source : USGS

En 2018, les capacités mondiales de production sont de 234 millions de t/an d'ammoniac avec 467 usines.

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

Aux États-Unis, en 2019, 16 sociétés exploitent 35 usines de production situées pour 60 % des capacités de production, sur un total de 20,6 millions de t/an, en Louisiane, Oklahoma et Texas. Les principaux producteurs sont : [CF Industries Holdings](#) avec 41,8 % des capacités de production,

[Nutrien](#) avec 14,6 % des capacités de production, [Koch Nitrogen](#) avec 9,7 % des capacités de production.

Dans l'Union européenne, en 2013, avec une capacité de production de 20,613 millions de t/an de NH<sub>3</sub>, il y a 42 usines de production d'ammoniac.

Capacités de productions et nombre d'usines, en 2013, et productions en 2019, en milliers de t NH<sub>3</sub>, soit 14 658.

	Capacité, en kt/an	Nombre d'usines	Production, en kt		Capacité, en kt/an	Nombre d'usines	Production, en kt
Allemagne	3 438	5	2 932	Bulgarie	1 118	3	*
Pologne	3 210	5	2 447	Royaume Uni	1 100	3	911, en 2017
Pays Bas	2 717	2	*	Belgique	1 020	2	*
Roumanie	2 176	6	620, en 2015	Espagne	609	3	445
France	1 495	4	622	Slovaquie	429	1	508
Lituanie	1 118	1	1 050	Croatie			478

Sources : Eurostat et Centre for European Policy Studies

\* : les productions pour ces pays sont confidentielles.

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

**Principaux producteurs** : hors producteurs chinois, en 2019.

en millions de t/an de capacité de production d'ammoniac

<a href="#">CF Industries</a> (États-Unis)	9,88	<a href="#">Ostchem</a> (Ukraine)	5,18
<a href="#">Yara</a> (Norvège)	8,6	<a href="#">EuroChem</a> (Russie)	4,20
<a href="#">PT Pupuk</a> (Indonésie)	7,09	<a href="#">TogliattiAzot</a> (Russie)	3,50
<a href="#">Nutrien</a> (Canada)	7,06	<a href="#">Sabic</a> (Arabie Saoudite)	3,50
<a href="#">OCI</a> (Pays Bas)	6,87	<a href="#">Koch</a> (États-Unis)	3,29

Sources : rapports des sociétés

- [CF Industries](#), possède des usines de production aux États-Unis, en Louisiane à Donaldsonville, avec une capacité de 3,933 millions de t/an de NH<sub>3</sub>, dans le Mississippi à Yazoo City, avec 517 000 t/an, dans l'Oklahoma à Verdigris avec 75,3 % de 1,097 million de t/an et Woodward avec 435 000 t/an, dans l'Iowa à Port Neal avec 1,115 million de t/an, au Canada, dans l'Alberta à Medecine Hat avec 1,115 million de t/an et dans l'Ontario à Courtright avec 453 000 t/an, au Royaume Uni, à Billingham avec 540 000 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 2019, la production totale d'ammoniac de CF Industries a été de 9,293 millions de t dont 6,104 millions de t ont été transformées en divers produits azotés (urée, ammonitrate...).
- [Yara](#), possède, en propre, des unités de production à Porsgrunn en Norvège avec 500 000 t/an, à Brunsbüttel en Allemagne avec 750 000 t/an, à Sluiskil aux Pays-Bas avec 1,9 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 117 000 t/an, à Babrala en Inde avec 700 000 t/an, à Cubatão au Brésil avec 200 000 t/an et à

Pilbara en Australie avec 800 000 t/an, ainsi que des participations dans des unités à Freeport aux États-Unis avec 68 % de participation et 600 000 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 2020, au Qatar, la participation de 25 % de Yara dans Qafco a été vendue. En 2019, la production de Yara a été de 8,479 millions de t d'ammoniac dont 5,952 millions de t ont été transformées en divers produits azotés.

- En 2018, la production de [PT Pupuk](#), en Indonésie, a été de 5,806 millions de t.
- [Nutrien](#) issu, de la fusion, effective depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2018, entre PotashCorp (Potash Corporation of Saskatchewan, Canada) et Agrium possède aux États-Unis des unités de production à Augusta, en Géorgie, avec une capacité de production de 0,800 million t/an et une production, en 2019, de 0,70 million de t, à Geismar, en Louisiane, avec une capacité de production de 0,500 million t/an et une production, en 2019, de 0,54 million de t, à Lima, dans l'Ohio, avec une capacité de production de 0,750 million t/an et une production, en 2019, de 0,68 million de t, à Borger, au Texas, avec une capacité de production de 0,451 million de t/an et une production, en 2019, de 0,37 million de t, au Canada, dans l'Alberta, des unités de production à Redwater avec une capacité de production de 0,923 million de t/an et une production, en 2019, de 0,76 million de t, à Carseland avec une capacité de production de 0,523 million t/an et une production, en 2019, de 0,45 million de t, à Joffre avec une capacité de production de 0,474 million t/an et une production, en 2019, de 0,42 million de t, à Fort Saskatchewan avec une capacité de production de 0,5 million t/an t une production, en 2019, de 0,48 million de t, et à Trinidad et Tobago, à Point Lisa, avec une capacité de production de 2,2 millions t/an et une production, en 2019, de 1,76 million de t. La production totale, en 2019, a été de 6,16 millions de t. Par ailleurs Nutrien possède en Égypte, à Damiette, 26 % de la société [Mopco](#) et une capacité de 0,312 million de t/an et en Argentine, à Bahia Blanca, 50 % de la société [Profertil](#) et une capacité en propre de 0,404 million de t/an.
- [OCI](#) produit de l'ammoniac aux Pays Bas, à Geleen avec une capacité de production de 1,184 million de t/an, en Algérie, à Arzew avec 51 % de la société [Sorfert](#) et 1,606 million de t/an, en Égypte, à Ain Sokhna, près de Suez avec 1,506 million de t/an, aux États-Unis, à Wever dans l'Iowa avec 914 000 t/an, et à Beaumont, au Texas avec 354 000 t/an, aux Émirats Arabes Unis avec 1,205 million de t/an.

**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 a porté, en 2019, sur 20,025 millions de t de NH<sub>3</sub>, sous forme anhydre.

Principaux pays exportateurs :

		en milliers de t de NH <sub>3</sub>	
Arabie Saoudite	4 863	Canada	942
Russie	4 648	Ukraine	586
Trinidad et Tobago	3 922	Qatar	577
Indonésie	1 773	Malaisie	492

Algérie 1 210 Pays Bas 434

Source : ITC

Les exportations de l'Arabie Saoudite sont destinées à 51 % à l'Inde, 18 % au Brésil, 6 % au Kenya.

Principaux pays importateurs :

en milliers de t de NH <sub>3</sub>			
Inde	2 757	Chine	1 055
États-Unis	2 459	Turquie	1 024
Maroc	1 507	Ukraine	862
Corée du Sud	1 378	Taipei chinois	644
Belgique	1 186	Allemagne	608

Source : ITC

Les importations de l'Inde proviennent à 27 % d'Arabie Saoudite, 21 % du Qatar, 13 % d'Indonésie, 13 % d'Égypte, 10 % d'Ukraine.

Par ailleurs, en 2019, le commerce international de l'ammoniac en solution aqueuse a porté sur 1,652 million de t.

## Situation française

**Production** : 622 212 t, en 2019, avec une capacité de production de 1,495 million de t.

**Usines** : en t de NH<sub>3</sub> 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 [Mubadala](#), société d'Abu Dhabi et 36 % par le groupe pétrolier autrichien [OMV](#).

- 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

**Commerce extérieur : en 2019.**

Les exportations étaient :

- pour l'ammoniac anhydre de 129 054 t à destination principalement de la Belgique à 27 %, l'Allemagne à 26 %, les Pays Bas à 15 %, l'Espagne à 12 %, le Portugal à 11 %, la Norvège à 6 %.
- pour les solutions aqueuses d'ammoniac de 18 902 t à destination principalement de la Suisse à 84 %, de la Belgique à 7 %.

Les importations s'élevaient :

- pour l'ammoniac anhydre à 578 221 t en provenance principalement d'Algérie à 34 %, d'Allemagne à 22 %, des Pays Bas à 16 %, du Royaume Uni à 12 %, de Trinidad et Tobago à 9 %.

- pour les solutions aqueuses d'ammoniac à 75 675 t en provenance principalement de Belgique à 37 %, des Pays Bas à 23 %, d'Algérie à 10 %.

## Utilisations

**Consommations** : en 2019, en millions de t de NH<sub>3</sub>. Monde : 182,5, Union européenne, en 2017 : 20,1. Répartition :

Asie de l'Est	36,1 %	Europe de l'Ouest	7,7 %
Asie du Sud	12,2 %	Afrique	5,2 %
Amérique du Nord	12,2 %	Europe Centrale	2,9 %
Europe de l'Est, Asie Centrale	11,9 %	Amérique Latine	2,3 %
Asie de l'Ouest	8,5 %	Océanie	0,9 %

Source : IFA

En 2019, la consommation des États-Unis est de 19,4 millions de t de NH<sub>3</sub>.

### Secteurs d'utilisation :

Les **engrais** représentent 82 % de la consommation mondiale d'ammoniac (voir ce chapitre). En 2016, dans le monde, l'ammoniac a été utilisé directement pour seulement 3,7 % de la fertilisation azotée, le reste a été transformé et utilisé sous forme d'urée pour 48,0 % de la fertilisation azotée, de phosphates d'ammonium pour 6,9 %, de nitrate d'ammonium pour 6,4 %, de sulfate d'ammonium pour 3,3 %.

Aux États-Unis, en 2019, 88 % de la consommation d'ammoniac est destinée à une utilisation sous forme d'engrais. Dans ce pays, compté en N contenu, en 2016, 25,9 % de la consommation d'engrais azotés est sous forme d'ammoniac anhydre, 26,0 % sous forme de solutions, 22,6 % d'urée, 2,4 % de sulfate d'ammonium, 2,3 % de nitrate d'ammonium.

En Europe, en 2017-18, les nitrates représentent 46 % de la fertilisation azotée, l'urée 22 %, les solutions 13 %.

Aux États-Unis, l'utilisation des engrais azotés est principalement réalisée directement avec de l'ammoniac (25,9 % 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.



## Acidification des sols

En 2017, l'acidification due aux pluies provient à 62 % des émanations d'ammoniac, 30 % de celles des oxydes d'azote et 7,5 % de celles 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 2018, en France métropolitaine, les émissions d'ammoniac ont été de 594 000 t, dues, à 66 % aux déjections animales des élevages et 27 % 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 due aux 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 :

