

AMMONIAC 2022

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 vaporeformage 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 2021, le [gaz naturel](#) est la matière première adoptée pour 72 % des capacités mondiales de production de NH₃, soit 20 % de la demande de gaz naturel, le [charbon](#) et le gaz de cokerie pour 22 % (à 95 % en Chine) soit 5 % de la demande de charbon, le fuel ou le naphta pour 6 %.

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 [H₂](#) (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 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.



Les nouvelles unités de production peuvent donner 3 300 t NH₃/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 NH₃. Dans le réacteur, l'oxyde de fer est réduit en [fer](#).

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

Un four de production de NH_3 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_3 . 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 140 000 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_3 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_3 . 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_2 /t de NH_3 à partir du gaz naturel et 3,8 t de CO_2 /t de NH_3 à partir de charbon.

Ammoniac vert : afin de lutter contre le réchauffement climatique, les producteurs d'ammoniac commencent à envisager sa production à partir de dihydrogène vert. On distingue :

- l'ammoniac brun ou gris : celui qui est produit actuellement selon de procédé Haber-Bosch à partir de gaz naturel ou de charbon,
- l'ammoniac bleu : obtenu selon la voie traditionnelle suivie de la captation et le stockage du dioxyde de carbone coproduit,
- l'ammoniac vert : obtenu à partir de dihydrogène provenant de l'électrolyse de l'eau à l'aide d'électricité obtenue à partir d'énergie renouvelable.

La première production d'ammoniac bleu, avec 285 000 t/an, a été réalisée en 1982 par [Koch Nitrogen Company](#) à Enid, dans l'Oklahoma, aux États-Unis, le CO_2 capté étant destiné à être injecté dans un gisement de pétrole afin d'augmenter sa production. Depuis 2019, Nutrien produit ainsi 250 000 t/an d'ammoniac bleu en stockant 300 000 t/an de CO_2 sur son site de Redwater.

Divers projets de production d'ammoniac vert commencent à prendre forme par exemple pour Yara en Australie avec 3 500 t/jour, aux Pays Bas à Sluiskil avec 75 000 t/an, en Norvège à Porsgrunn

avec 500 000 t/an ou pour CF Industrie avec la conversion de 20 000 t/an dans son usine de Donaldsonville.

La production d'ammoniac vert a débuté en 1921. En 1930, elle représentait 1/3 de la production mondiale, les 2/3 restant étant obtenu à partir du charbon. Face à la concurrence du gaz naturel, cette production a quasi disparu, en 2021, il n'y a plus en activité qu'une seule production d'ammoniac vert, depuis 1965, par [Enaex](#), au Pérou, à Cusco, à partir d'hydroélectricité avec une capacité de 10 000 t/an. L'ammoniac produit est destiné principalement à produire du nitrate d'ammonium comme explosif pour l'industrie minière du pays.

Productions

[fc-chart id="production-ammoniac"]

En milliers de t, en 2022, sur un total de 182 millions de t

Chine	51 000	Arabie Saoudite	5 200
Russie	19 400	Trinité et Tobago	5 100
États-Unis	15 800	Égypte	5 100
Inde	14 600	Iran	4 900
Indonésie	7 300	Canada	4 600

Source : USGS

En 2022, la production de l'Union européenne est de 10,359 millions t de NH₃.

En 2021, les capacités mondiales de production sont de 236,4 millions de t/an d'ammoniac avec 467 usines.

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

Aux États-Unis, en 2021, 16 sociétés exploitent 35 usines de production situées pour 60 % des capacités de production, sur un total de 17,874 millions de t/an, en Louisiane, Oklahoma et Texas. Les principaux producteurs sont : [CF Industries Holdings](#) avec 39,8 % des capacités de production, [Nutrien](#) avec 13,8 % des capacités de production, [Koch Nitrogen](#) avec 10,3 % 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 2022, en milliers de t NH₃, soit 10,359.

	Capacité, en kt/an	Nombre d'usines	Production, en kt		Capacité, en kt/an	Nombre d'usines	Production, en kt
Allemagne	3 438	5	2 011	Bulgarie	1 118	3	*
Pologne	3 210	5	2 103	Belgique	1 020	2	*
Pays Bas	2 717	2	*	Espagne	609	3	373
Roumanie	2 176	6	439, en 2021	Slovaquie	429	1	48
France	1 495	4	857	Croatie			55
Lituanie	1 118	1	523	Hongrie		2	*

Sources : Eurostat et Centre for European Policy Studies

* : les productions pour ces pays sont confidentielles.

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

Principaux producteurs : hors producteurs chinois, en 2021.

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

CF Industries (États-Unis)	9,88	Ostchem (Ukraine)	5,18
Yara (Norvège)	8,6	EuroChem (Russie)	4,20
PT Pupuk (Indonésie)	7,09	TogliattiAzot (Russie)	3,50
Nutrien (Canada)	7,06	Sabic (Arabie Saoudite)	3,50
OCI (Pays Bas)	6,92	Koch (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 3,932 millions de t/an de NH₃, 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 1,116 million de t/an, au Canada, dans l'Alberta à Medicine Hat avec 1,116 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 2021, la production totale d'ammoniac de CF Industries a été de 8,480 millions de t.
- [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 2021, la production de Yara a été de 7,261 millions de t d'ammoniac.
- En 2020, la production de [PT Pupuk](#), en Indonésie, a été de 6,013 millions de t.
- [Nutrien](#) issu, de la fusion, effective depuis le 1^{er} 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 0,765 million de t/an, à Geismar, en Louisiane, avec une capacité de production de 0,535 million de t/an, à Lima, dans l'Ohio, avec une capacité de production de 0,725 million de t/an, à Borger, au Texas, avec une capacité de production de 0,450 million de t/an, au Canada, dans l'Alberta, des unités de production à Redwater avec une capacité de production de 0,925 million de t/an, à Carseland avec une capacité de production de 0,540 million de t/an, à Joffre avec une capacité de production de 0,490 million de t/an, à Fort Saskatchewan avec une capacité de production de 0,450 million de t/an, et à Trinidad et Tobago, à Point Lisa, avec une capacité de production de 1,86 million de t/an. La production totale, en 2021, a été de 6,00 millions de t.
Par ailleurs Nutrien possède en Égypte, à Damiette, 26 % de la société [Mopco](#) et une

capacité de 0,310 million de t/an et en Argentine, à Bahia Blanca, 50 % de la société [Profertil](#) et une capacité en propre de 0,405 million de t/an.

- [OCI](#) produit de l'ammoniac aux Pays Bas, à Geleen avec une capacité de production de 1,196 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 1,624 million de t/an, aux États-Unis, à Wever dans l'Iowa avec 926 000 t/an, et à Beaumont, au Texas avec 375 000 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 : en 2022, sous forme anhydre.

Principaux pays exportateurs sur un total de 18,577 millions de t, en 2021 :

en milliers de t de NH ₃			
Trinidad et Tobago	3 382	Russie	920
Indonésie	1 929	États-Unis	908
Arabie Saoudite	1 508	Pays Bas	477
Algérie	1 157	Malaisie	389
Canada	1 115	Égypte	340

Source : ITC

Les exportations de Trinidad et Tobago, en 2021, sont destinées à 48 % aux États-Unis, 25 % au Maroc, 23 % au Mexique, 10 % à la France.

Principaux pays importateurs :

en milliers de t de NH ₃			
États-Unis	2 350	Inde	580
Maroc	1 885	Norvège	501
Corée du Sud	1 285	Taipei chinois	499
Belgique	889	France	456
Turquie	796	Allemagne	448

Source : ITC

Les importations des États-Unis proviennent à 49 % de Trinidad et Tobago, 47 % du Canada.

Par ailleurs, en 2020, le commerce international de l'ammoniac en solution aqueuse a porté sur 4,727 millions de t.

Situation française

Production : 857 495 t, en 2022, avec une capacité de production de 1,495 million de t/an.

Usines : en 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 25 % par [Mubadala](#), société d'Abu Dhabi et 75 % 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 2022.

Les exportations étaient :

- pour l'ammoniac anhydre de 104 423 t à destination principalement de l'Allemagne à 26 %, de la Belgique à 18 %, de la Finlande à 16 %, des Pays Bas à 15 %, de la Norvège à 13 %.
- pour les solutions aqueuses d'ammoniac de 16 518 t à destination principalement de la Suisse à 80 %, de l'Allemagne à 9 %, de l'Italie à 4 %.

Les importations s'élevaient :

- pour l'ammoniac anhydre à 457 163 t en provenance principalement d'Algérie à 34 %, de Trinidad et Tobago à 23 %, de Belgique à 8 %, du Royaume Uni à 6 %.
- pour les solutions aqueuses d'ammoniac à 76 641 t en provenance principalement de Belgique à 33 %, des Pays Bas à 30 %, d'Autriche à 8 %, d'Espagne à 8 %.

Utilisations

Consommations : en 2020, en millions de t de NH₃. Monde : 191, Union européenne, en 2017 : 20,1. Répartition :

Chine	31 %	Moyen Orient	8 %
Europe de l'Est	12,5 %	Europe de l'Ouest	6 %
Asie du Sud-Ouest	11,5 %	Afrique	5 %
États-Unis	10 %	Asie du Sud-Est	5 %

Source : IHS Markit

En 2021, la consommation des États-Unis est de 19,4 millions de t de NH₃.

Secteurs d'utilisation :

Les **engrais** représentent 82 % de la consommation mondiale d'ammoniac (voir ce chapitre). Il est principalement transformé en divers produits utilisés comme engrais avec, en 2020, 53 % transformé en urée, 8 % en nitrate d'ammonium, 6 % en phosphates d'ammonium, 6 % en solutions urée nitrate d'ammonium, 4 % en sulfate d'ammonium. En 2020, dans le monde, principalement aux États-Unis, l'ammoniac a été utilisé directement pour seulement 3 % de la fertilisation azotée.

Aux États-Unis, en 2021, 88 % de la consommation d'ammoniac est destinée à une utilisation sous forme d'engrais. Dans ce pays, compté en N contenu, en 2020, 25 % de la consommation d'engrais azotés est sous forme d'ammoniac anhydre, 26 % sous forme de solutions urée - nitrate d'ammonium, 25 % d'urée, 3 % de sulfate d'ammonium, 2 % de nitrate d'ammonium.

Dans l'Union européenne, en 2020-21, les nitrates représentent 47 % de la fertilisation azotée, l'urée 19 %, les solutions urée - nitrate d'ammonium 13 %.

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

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 2019, en France métropolitaine, les émissions d'ammoniac ont été de 592 200 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 :

