

# AMMONIAC 2024

## Matières premières

Pour produire 1 t de  $\text{NH}_3$  il faut  $658 \text{ m}^3$  de [diazote](#) et  $1\,974 \text{ m}^3$  de [dihydrogène](#), mesurés à 1 bar et  $25^\circ\text{C}$ . Le diazote provient de l'air. Le dihydrogène est obtenu principalement par vaporeformage du [gaz naturel](#) (composé de méthane,  $\text{CH}_4$ ) 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  $\text{NH}_3$ , 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.

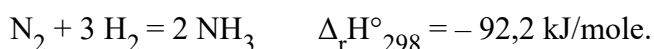
En 2024, le gaz naturel représente 28 % des coûts de production du principal producteur mondial CF Industries.

## 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  $\text{NH}_3$  a lieu à haute pression (8 à 30 MPa),  $350$  à  $500^\circ\text{C}$ , 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  $\text{NH}_3$  par refroidissement.



Les nouvelles unités de production peuvent donner 3 300 t  $\text{NH}_3$ /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  $\text{NH}_3$ . Dans le réacteur, l'oxyde de fer est réduit en [fer](#).

$\text{Fe}_3\text{O}_4$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{MgO}$	$\text{SiO}_2$
94,3 %	2,3 %	1,7 %	0,8 %	0,5 %	0,4 %

Un four de production de  $\text{NH}_3$  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  $\text{NH}_3$ . 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 :**  $\text{NH}_3$  est obtenu anhydre, liquide, à  $-33^\circ\text{C}$ , et stocké à cette température, à la pression atmosphérique. Les réservoirs contiennent jusqu'à 36 000 t de  $\text{NH}_3$ . CF Industrie possède une capacité de stockage de 1,230 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  $\text{CO}_2$ /t de  $\text{NH}_3$  à partir du gaz naturel et 3,8 t de  $\text{CO}_2$ /t de  $\text{NH}_3$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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

### Production d'ammoniac

En milliers de t, en 2024, sur un total de 182 millions de t

Chine	57 000	Arabie Saoudite	6 600
Inde	18 000	Égypte	6 100
États-Unis	17 000	Iran	5 100
Russie	17 000	Canada	4 400
Indonésie	7 300	Pakistan	4 200

Source : USGS

En 2024, la production de l'Union européenne est de 11,560 millions t de NH<sub>3</sub>.

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 2024, 18 sociétés exploitent 37 usines de production situées pour 55 % des capacités de production, 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 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 2024, en milliers de t NH<sub>3</sub>, soit 11 560.

	Capacité, en kt/an	Nombre d'usines	Production, en kt		Capacité, en kt/an	Nombre d'usines	Production, en kt
Allemagne	3 438	5	2 308	Bulgarie	1 118	3	*
Pologne	3 210	5	2 101	Belgique	1 020	2	*
Pays Bas	2 717	2	*	Espagne	609	3	369
Roumanie	2 176	6	144	Slovaquie	429	1	555
France	1 495	4	461	Croatie			87
Lituanie	1 118	1	602	Hongrie		2	*

Sources : Eurostat et Centre for European Policy Studies

\* : les productions pour ces pays sont confidentielles.

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

### Principaux producteurs : hors producteurs chinois.

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

<a href="#">CF Industries</a> (États-Unis), en 2024	9,79	<a href="#">Ostchem</a> (Ukraine), en 2021	5,18
<a href="#">Yara</a> (Norvège), en 2024	8,2	<a href="#">EuroChem</a> (Russie), en 2021	4,20
<a href="#">Nutrien</a> (Canada), en 2024	7,16	<a href="#">TogliattiAzot</a> (Russie), en 2021	3,50
<a href="#">PT Pupuk</a> (Indonésie), en 2024	7,09	<a href="#">Sabic</a> (Arabie Saoudite), en 2021	3,50
<a href="#">OCI</a> (Pays Bas), en 2021	6,92	<a href="#">Koch</a> (États-Unis), en 2024	2,80

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> et à Waggaman avec

une capacité de 798 000 t/an, dans le Mississippi à Yazoo City, avec 517 000 t/an, dans l'Oklahoma à Verdigris avec 75,3 % de 1,098 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 et détient à Trinidad et Tobago une participation de 50 % de Point Lisas Nitrogen Limited avec 327 000 t/an. En 2024, la production totale d'ammoniac de CF Industries a été de 8,89 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 800 000 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 Belle Plaine au Canada avec 800 000 t/an, à Cartagène en Colombie avec 117 000 t/an, à Babrala en Inde avec 800 000 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. En 2024, la production de Yara a été de 8,1 millions de t d'ammoniac.
- En 2024, la capacité de production de [PT Pupuk](#), en Indonésie, est de 7,09 millions de t/an.
- [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 0,765 million de t/an, à Geismar, en Louisiane, avec une capacité de production de 0,575 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 0,470 million de t/an, au Canada, dans l'Alberta, des unités de production à Redwater avec une capacité de production de 0,950 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 2,2 millions de t/an. La production totale, en 2023, a été de 5,76 millions de t.

Par ailleurs Nutrien possède 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. En octobre 2024, les activités aux États-Unis et aux Émirats Arabes Unis ont été vendues.

**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 2024, sous forme anhydre.

Principaux pays exportateurs sur un total de 15,278 millions de t :

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

Trinidad et Tobago	2 771	États-Unis	1 036
Arabie Saoudite	2 193	Algérie	946
Indonésie	1 707	Russie	701
Oman	1 126	Pays Bas	498

Canada 1 081 Allemagne 476

Source : ITC

Les exportations de Trinidad et Tobago sont destinées à 27 % aux États-Unis, 19 % au Maroc, 9 % au Mexique.

Principaux pays importateurs sur un total de 15,649 millions de t :

en milliers de t de  $\text{NH}_3$

Inde	2 394	Belgique	773
États-Unis	2 073	Norvège	603
Maroc	1 366	Taipei chinois	568
Corée du Sud	1 193	France	518
Turquie	797	Chine	471

Source : ITC

Les importations indiennes proviennent à 36 % d'Oman, 34 % d'Arabie Saoudite, 11 % d'Indonésie, 7 % du Qatar.

Par ailleurs, en 2024, le commerce international de l'ammoniac en solution aqueuse a porté sur 292 225 t.

## Situation française

**Production** : 460 881 t, en 2024, avec une capacité de production de 1,495 million de t/an.

**Usines** : en t de  $\text{NH}_3$  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 25 % par [Mubadala](#), société d'Abu Dhabi et 75 % par le groupe pétrolier autrichien [OMV](#). En juillet 2023, les activités de Borealis dans les produits azotés ont été acquises par le groupe tchèque [Agrofert](#).

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

**Localisation des usines françaises de production d'ammoniac**



## Commerce extérieur : en 2024.

Les exportations étaient :

- pour l'ammoniac anhydre de 117 174 t à destination principalement de la Belgique à 37 %, de l'Allemagne à 32 %, de la Norvège à 19 %, des Pays Bas à 12 %.
- pour les solutions aqueuses d'ammoniac de 12 848 t à destination principalement de la Suisse à 78 %, de l'Allemagne à 12 %, de l'Italie à 4 %.

Les importations s'élevaient :

- pour l'ammoniac anhydre à 518 023 t en provenance principalement de Trinidad et Tobago à 25 %, de Russie à 19 %, des Pays Bas à 16 %, d'Algérie à 14 %, d'Allemagne à 11 %, de Belgique à 9 %.
- pour les solutions aqueuses d'ammoniac à 73 345 t en provenance principalement de Belgique à 30 %, des Pays Bas à 25 %, d'Allemagne à 13 %, d'Espagne à 8 %.

## Utilisations

**Consommations** : en 2023, en millions de t de  $\text{NH}_3$ , Monde : 189, Union européenne, en 2017 :

20,1. Répartition :

Chine	23 %	Amérique du Nord	13 %
Inde	18 %	Europe	11 %
Reste de l'Asie	13 %	Amérique du Sud	8 %

*Source : Nutrien*

En 2021, la consommation des États-Unis est de 19,4 millions de t de  $\text{NH}_3$ .

**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 2024, 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 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ).

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

- $\text{NH}_3$  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  $\text{NH}_3$  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  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  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  $\text{NH}_4^+$  lors de sa dissolution. Toutefois, la formation d'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) 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  $\text{H}^+$ , selon les réactions suivantes :

