

DIAZOTE 1996

ÉTAT NATUREL :

- 75,5 % en masse de l'atmosphère, sous forme de diazote, soit $3,9 \cdot 10^{15}$ t.
- environ 15 % en masse des protéines.
- peu abondant dans la croûte terrestre : 19 ppm.
 - sous forme minérale : KNO_3 (salpêtre) et NaNO_3 (nitrate du Chili, qui résulterait de la nitrification ($\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NO}_3^-$) de dépôts de guano (excréments d'oiseaux) préservés de la dissolution par l'aridité des lieux de formation).
 - dans l'humus du sol des régions tempérées, sous forme organique (plantes et organismes vivants et morts) à raison de 1 à 10 t/ha, ou sous forme minérale (100 à 200 kg/ha, 1/5 sous forme NH_4^+ , 4/5 sous forme de NO_3^-), voir le chapitre [engrais](#).

FABRICATION INDUSTRIELLE du diazote : principalement (à 80-90 %) par voie cryogénique par liquéfaction puis distillation fractionnée de l'air (voir le chapitre consacré à l'[oxygène](#)). Le diazote ainsi produit, de pureté 99,999 %, contient moins de 1 ppm de O_2 . La plus grande unité de production au monde, 6 600 t/jour, construite par Air Products, en Norvège, est opérationnelle depuis 1992. Le diazote produit est injecté, sous haute pression, dans les puits d'Ekofisk afin d'améliorer les productions de [pétrole](#) et de [gaz naturel](#).

Procédé non cryogénique : perméation gazeuse

Le diazote, lorsque les débits désirés sont faibles (inférieurs à $5\,000 \text{ m}^3/\text{h}$) et la pureté un critère non important, peut être produit à l'aide d'un procédé non cryogénique. Toutefois, pour des débits très faibles ($< 100 \text{ m}^3/\text{h}$), qui peuvent également être obtenus par le procédé non cryogénique, les bouteilles de gaz comprimé ou le gaz liquéfié sont les plus utilisés. Voir schéma en fin de chapitre.

La production de diazote, selon le procédé non cryogénique, est plus intéressante que la production de [dioxygène](#). En France, [Air Liquide](#) approvisionne, 20 % du marché de l'azote à l'aide de procédés non cryogéniques. Le procédé actuellement utilisé est la perméation gazeuse.

C'est un procédé continu à l'aide de membranes polymères (épaisseur $< 10 \mu\text{m}$) fixées sur la face extérieure ou intérieure de fibres creuses. Les fibres creuses (diamètre extérieur $< 100 \mu\text{m}$) sont réunies en faisceau dans des modules renfermant plusieurs milliers de m^2 de membrane par m^3 d'installation. [O₂](#), [H₂O](#) et [CO₂](#) diffusent plus rapidement que N_2 à travers les membranes (O_2 2 à 8 fois plus vite que N_2 , H_2O , 100 fois plus vite que O_2). N_2 obtenu est sec (H_2O Å 1 ppm) et dépourvu de CO_2 (CO_2 Å 1 ppm). La pureté du N_2 obtenu varie de 90 à 99,9 %. De hautes puretés peuvent être obtenues en effectuant en plus une désoxydation par réaction catalytique de O_2 avec [H₂](#). Utilisée pour produire du diazote, cette technique n'est pas, actuellement, employée pour produire du dioxygène pur mais seulement de l'air enrichi (à 30-40 %) en dioxygène. Praxair, a construit, selon ce procédé, à Loenhout (région d'Anvers, Belgique), la plus importante unité de production, dans le monde, $19\,100 \text{ m}^3/\text{h}$ de N_2 , destiné à la société Distrigaz qui mélangera ce diazote au [gaz naturel](#) distribué par cette société.

Le procédé PSA (Pressure Swing Adsorption) ou adsorption par alternance de pression sur du [charbon actif](#) qui adsorbe plus rapidement O₂ que N₂ n'est plus utilisé. La plus grande unité de fabrication de diazote au monde (180 t/jour), selon ce procédé, a été construite en 1989, par [Air Liquide](#) à St Illiers-La-Ville (78) pour servir de gaz "coussin" dans un réservoir souterrain de gaz naturel exploité par [Gaz de France](#). Dans cette unité, le temps de contact gaz-charbon est de 30 s, et la production de 6 000 m³/h. Lorsque la quantité souhaitée de N₂ a été produite, l'installation a été démontée puis transportée sur un autre réservoir.

Producteurs selon les procédés non cryogéniques :

- Praxair : 5 600 t/j de N₂ et O₂ avec plus de 570 unités.
- [Air Liquide](#), 800 installations dans le monde (400 en France).
- [Air Products](#) (Permea), n°1 mondial pour les unités à membranes, 5 000 unités installées.
- Dow Chemical - Generon.
- [Messer](#) - Carbotechnanlagenbau.

Conditionnement : identique à celui du dioxygène, voir ce chapitre.

PRODUCTIONS : en 1996, en 10⁶ t : Monde : 104.

États-Unis : 36,5, Japon : 11,7, France : 2,80

La production est assurée par les producteurs de dioxygène (voir le chapitre [oxygène](#)).

UTILISATIONS :

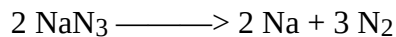
Principalement comme matière première pour la production d'[ammoniac](#), [acide nitrique](#), [urée](#), [nitrate d'ammonium](#), composés utilisés principalement pour fabriquer des [engrais azotés](#) (voir les chapitres consacrés à ces produits). Pour l'élaboration de ces composés, le diazote est directement extrait de l'air, sans séparation préalable.

Le diazote, après séparation de l'air, est principalement utilisé comme gaz inerte :

- Atmosphère inerte : dans le cas de risques d'incendie, explosion ou oxydation des produits, en [sidérurgie](#), métallurgie, chimie, pétrochimie, [industrie verrière](#), conservation des aliments (conditionnement de salades en sachets, du lait en poudre, du café soluble, des steaks hachés en barquettes, protection des vins en cuves, stockage de la luzerne après séchage...), remplissage des [lampes à incandescence](#) (avec de l'[argon](#), voir le chapitre gaz rares)...
- Fluide de dégazage et de brassage inerte : en métallurgie ([Al](#)), industries alimentaires (dégazage des liquides)...
- Associé à l'[argon](#) et au [dioxyde de carbone](#) comme agent extincteur (voir le chapitre gaz rares).
- Fluide de purge pour régénérer les catalyseurs, pour purger les [navires méthaniers](#)...
- N₂ est introduit au-dessus des ergols ([H₂](#) et [O₂ liquides](#)) dans les réservoirs utilisés par les lanceurs des navettes spatiales américaines afin de diminuer les pertes, soit 400 t de N₂ par lancement. [Air Liquide](#) assure la fourniture de ce diazote par canalisation sous 350 bar à partir de son usine de Merrit Island située à 10 km de Cap Canaveral. L'alimentation totale en diazote de la NASA est de l'ordre de 350 000 m³/mois.

Autres utilisations :

- Le diazote ultra pur (moins de 1 ppb - $1/10^9$ - d'impuretés) est employé en électronique comme gaz vecteur de silane et des divers gaz apportant les éléments dopants. Par exemple, l'usine IBM de Corbeil (91) utilise 25 millions de m³ de diazote/an. Ce diazote est livré par 14 km de canalisation à partir d'une usine Air Liquide. En électronique, le diazote est utilisé, en remplacement de CFC, lors du brasage de cartes.
- Permet de chasser le [dioxygène](#) dissous de l'eau utilisée dans les circuits primaires et secondaires des [réacteurs nucléaires](#) à eau sous pression et ainsi diminuer la corrosion des canalisations.
- Dans la récupération assistée du [pétrole](#) et du [gaz naturel](#) (voir ci-dessus).
- Avec [CO2](#) pour la mise sous pression de la bière dans les pub anglais.
- Les airbags sont actuellement gonflés à l'aide de diazote provenant de la décomposition d'azoture de sodium (NaN₃, environ 150 g par airbag).



La présence de KNO₃ et de [SiO2](#) permet d'oxyder [Na](#) en Na₂O et de fixer par SiO₂ les oxydes alcalins formés en donnant des silicates alcalins. NaN₃ étant toxique, d'autres sources gazeuses sont en cours de développement : propergols utilisés dans la propulsion de missiles, cartouches de gaz ([He](#), [Ar](#) ou N₂) comprimé à 250 bar.

Utilisations du diazote liquide : elles représentent environ 15 % des utilisations.

- Source de diazote gazeux pour la distribution en vrac par des centres de conditionnement et des utilisations ponctuelles.
- Cryoébarbage des matériaux mous (plastiques, caoutchouc) : N₂ liquide fragilise les bavures qui sont ensuite éliminées par entrechoquement ou grenailage. [Messer](#) a mis en service, en 1993, en Allemagne, la plus grosse machine au monde : 600 à 800 kg/h.
- Cryobroyage des pneus : les pneus sont déchiquetés en morceaux puis broyés, après passage dans un tunnel de congélation où ils sont refroidis vers - 80°C à l'aide de N₂ liquide. Les composants du pneu : caoutchouc-acier-textile peuvent être ainsi séparés. La consommation de N₂ liquide dans le procédé [Aga](#) est de 0,6 kg/kg de pneumatique. En France, en 1996, cette société a démarré, dans la banlieue toulousaine, une unité de production de 7 000 t/an de poudre de caoutchouc à partir de 10 000 t/an de pneus.
- Cryobroyage d'[emballages](#) métalliques : l'azote liquide permet de séparer les revêtements (colle, peinture, huile) des emballages, en les fragilisant et ainsi de faciliter le tri et la récupération du métal.
- Pour faciliter des assemblages mécaniques.
- Marquage du bétail.
- Congélation des sols, par exemple pour la construction de la station de métro Saint Michel, à Paris, ou de la Cité mondiale des vins, à Bordeaux (2 millions de L de diazote liquide utilisés pour congeler l'eau du sol et ainsi édifier un mur de glace autour du chantier).
- Conservation des tissus vivants, du sang, du sperme...

- Surgélation des aliments fragiles tels que fraises, homards, champignons (cèpes, girolles)..., qui plongés dans le diazote liquide refroidissent très vite en évitant la formation de cristaux de glace. Par exemple, la société Asaï Surgelés qui produit de l'ordre de 100 t/an de champignons surgelés consomme de 1,4 à 1,8 L de N₂ liquide par kg de champignon.
- Surgélation rapide de la surface d'aliments (croûtage), par exemple de pâtisseries.
- Utilisation d'une petite quantité d'azote liquide lors de la mise en boîtes métalliques de boissons non gazeuses. Le diazote est destiné à assurer une pression interne suffisante dans la [boîte-boisson](#) pour que cette dernière résiste mécaniquement et se comporte de la même façon que les boîtes de boissons gazeuses, la pression étant assurée dans ce cas par le [CO₂](#).
- Amélioration du vide par piégeage cryogénique.
- Piégeage et récupération cryogénique de composés organiques volatils.
- Essais en soufflerie effectués à -170°C sur des modèles réduits : Messer livre ainsi 70 000 t/an à Köln, en Allemagne.
- Effets scéniques : formation de nuages par condensation de l'humidité atmosphérique.