

HELIUM 2014

C'est, après l'hydrogène (76 % en masse), le 2^{ème} élément le plus répandu de l'univers (23 % en masse). Sur terre, il provient des particules α (He^{2+}) produites par la désintégration d'éléments radioactifs ainsi que des rayons cosmiques. Sur terre, environ 3 000 t d'hélium sont ainsi produites annuellement.

La teneur de l'atmosphère terrestre est de 5 ppm.

Il est également présent dans des gisements de gaz naturel qui peuvent contenir jusqu'à 7 % d'hélium. Ces gisements sont situés aux États-Unis, au Canada, dans la province du Saskatchewan, en Algérie, en Russie, au Qatar, en Australie, en Azerbaïdjan, au Kazakhstan, en Pologne.

Sources industrielles d'hélium : l'hélium est récupéré à partir de gisements de gaz naturel pour lesquels trois situations peuvent se présenter :

- L'hélium est récupéré comme sous-produit lors de l'extraction du gaz naturel et du traitement de celui-ci. Pour être économiquement rentable, la teneur du gaz naturel doit être supérieure à 0,3 % d'hélium. C'est le cas du gisement de gaz naturel d'Hugoton Basin, entre les États du Texas, de l'Oklahoma et du Kansas, aux États-Unis, découvert en 1927, qui a une teneur comprise entre 0,3 et 2,7 % d'hélium.

- L'hélium est directement récupéré de gisement gazeux, par exemple de dioxyde de carbone, si sa teneur est également supérieure à 0,3 %. C'est, par exemple, le cas du gisement de Riley Ridge, à La Barge, dans le Wyoming, aux États-Unis, découvert en 1962 par Mobil et exploité depuis 1986 par ExxonMobil, qui contient 66,5 % de dioxyde de carbone, 20,5 % de méthane, 7,4 % de diazote, 5 % de sulfure d'hydrogène, 0,6 % d'hélium. Le dioxyde de carbone extrait est réinjecté dans le gisement afin d'accroître la production de pétrole et de gaz naturel.

- L'hélium est récupéré lors de la liquéfaction du gaz naturel. Dans ce cas, la teneur du gaz naturel en hélium peut être plus faible, 0,04 %. Des unités de récupération de l'hélium sont ainsi associées à des usines de liquéfaction de gaz naturel, en Algérie, au Qatar, en Australie.

Fabrication industrielle :

Lorsque l'hélium est présent à des teneurs élevées, il est d'abord récupéré sous forme d'un gaz brut contenant de 50 à 70 % d'hélium qui est ensuite raffiné.

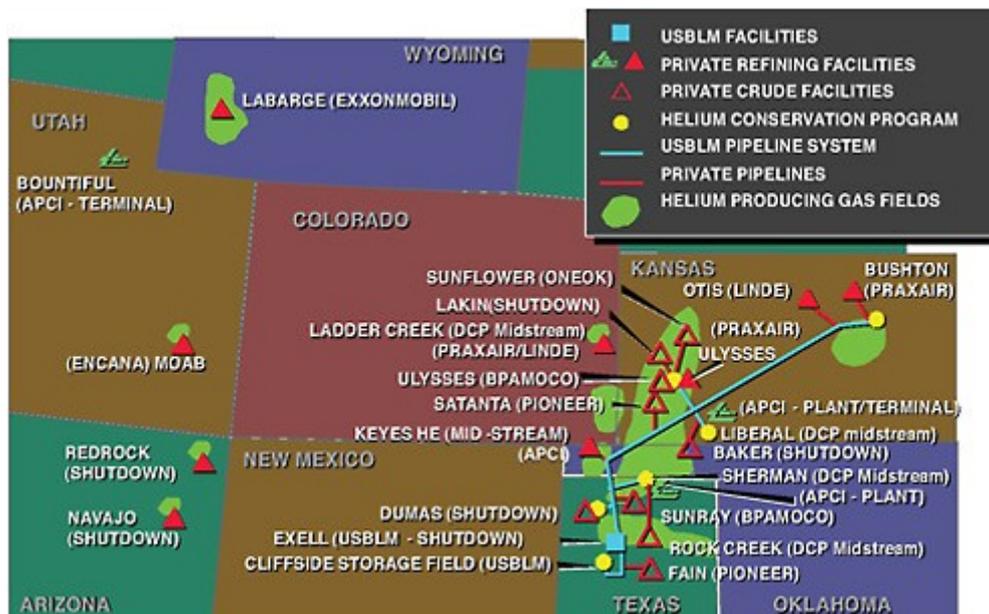
- Obtention du gaz brut : les impuretés, l'eau, le dioxyde de carbone, le mercure et le sulfure d'hydrogène sont extraits par absorption dans des solvants ou adsorption puis, les hydrocarbures à poids moléculaire élevé sont fixés sur un lit de charbon actif et enfin, le méthane est extrait par distillation cryogénique. Le gaz brut obtenu contient du diazote comme principale impureté ainsi que du méthane, de l'argon, du néon et du dihydrogène. La teneur de ce dernier doit, pour le système de stockage du gaz brut des États-Unis, être inférieure à 20 ppm.

- Raffinage : le gaz brut est refroidi à une température inférieure à -196°C , afin de condenser le diazote et le méthane restant. Le gaz obtenu contenant environ 90 % d'hélium est brûlé, en présence d'air enrichi en dioxygène, sur catalyseur, pour éliminer le dihydrogène, en formant de l'eau. Enfin, une purification par le procédé PSA (Pressure Swing Adsorption, voir le chapitre azote) d'adsorption sur charbon actif donne de l'hélium à 99,99 %, la principale impureté résiduelle étant le néon, qui après une distillation cryogénique peut atteindre une teneur de 99,9999 %.

Lorsque l'hélium est récupéré lors de la liquéfaction du gaz naturel, seules les dernières étapes, après la distillation cryogénique du méthane, sont mises en œuvre.

Historique de la production industrielle d'hélium aux Etats-Unis :

La première mise en évidence d'hélium dans le gaz naturel a été, en 1903, dans un forage pétrolier à Dexter, dans le Kansas. L'exploitation de l'hélium de l'important gisement de gaz naturel d'Hugoton a permis aux Etats-Unis de détenir pendant longtemps un quasi monopole de production.



Source : Selling the Nation's Helium Reserve.

Après une faible utilisation dans des ballons captifs, lors de la première guerre mondiale, puis dans un dirigeable, le C-7 de la marine américaine, en 1921, la production s'est surtout développée pendant la 2^{ème} guerre mondiale pour gonfler les aérostats utilisés par la marine américaine dans la détection de sous-marins pour protéger les convois de navires.

Du fait des besoins militaires, l'Etat américain a contrôlé depuis 1925 sa production d'hélium, ce contrôle se poursuivant pendant la guerre froide afin d'alimenter les besoins américains pour les fusées de la conquête spatiale et les recherches scientifiques. A cette fin, les producteurs américains de gaz naturel ont été incités, en 1960, à en extraire l'hélium et à le vendre à l'Etat qui a ainsi constitué une réserve stratégique dans le gisement de Cliffside, situé près d'Amarillo, au Texas. Cette réserve, dénommée Bush Dome Reservoir est alimentée par l'Helium pipeline, long de 425 miles, qui collecte le gaz brut, contenant de 50 à 70 % d'hélium, produit par les 9 usines privées raccordées. Le système mis en place par l'Etat américain est géré par une agence du département de l'intérieur : le BLM ([Bureau of Land Management](#)). La demande ne suivant pas la production, le stockage est interrompu en 1973 puis, à compter de 1996, un processus de privatisation et de vente du gaz accumulé a été enclenché. Le gaz stocké a la composition suivante : hydrocarbures : 46 %, hélium : 28 %, diazote : 25 %, dioxyde de carbone : 1 %. Une usine située à Cliffside effectue une première séparation en extrayant les hydrocarbures et en alimentant le pipeline avec de l'hélium brut. Actuellement, l'Helium pipeline alimente 6 usines privées de purification et commercialisation de l'hélium produit, exploitées par [Air Products](#), [Linde](#), [Praxair](#) et [DCP Midstream](#).

Production : en 2014, en millions de m³. Monde : 180.

Etats-Unis	103	Australie	6
Qatar	40	Russie	5
Algérie	25	Pologne	3

Source : USGS

En 2014, la production américaine provient pour 73 millions de m³ de l'extraction directe et pour 30 millions de m³ de déstockage du réservoir de Cliffside. Fin 2012, le total stocké dans le réservoir de Cliffside est de 338 millions de m³.

Au Qatar, l'hélium est extrait, depuis 2005, du gaz provenant du gisement de North Field contenant 0,05 % de He. L'usine d'extraction, d'une capacité de 18,7 millions de m³/an, est située sur le site de Ras Laffan exploité par [RasGas](#), joint venture entre [Qatar Petroleum](#) (70 %) et ExxonMobil (30 %). En 2013, a démarré une nouvelle unité de 38 millions de m³/an, construite par Air Liquide et exploitée par RasGas, l'hélium produit étant destiné pour 50 % de la production à Air Liquide, 30 % à Linde et 20 % à [Iwatani Corporation](#).

L'Algérie récupère l'hélium lors de la liquéfaction du gaz naturel dans les usines d'Arzew et Skikda. La société Hélios, commune à la [Sonatrach](#) (51 %) et à Helaps (49 %, joint venture 50/50 entre Air Liquide et Air Products) possède, depuis 1995, une capacité de production de 16 millions de m³/an dans l'usine d'Arzew, à Béthioua, près d'Oran. [Helison Production](#), société commune entre Linde (51 %) et la Sonatrach (49 %) extrait, depuis 2007, l'hélium du gaz naturel de Hassi R'Mel, liquéfié à Skikda, qui contient 5,5 % de diazote et 0,18 % d'hélium. La capacité de production de 16 millions de m³ est actuellement limitée à 8 millions de m³ après les problèmes survenus à l'usine de liquéfaction.

En Australie (Territoire du Nord), Linde, exploite, depuis 2010, avec une capacité de production de 4,2 millions de m³/an, l'usine de Wickham Point, approvisionnée par le gaz brut (contenant 3 % d'hélium) provenant de l'usine de liquéfaction de gaz naturel exploitée par [ConocoPhillips](#), à Darwin. Le gaz naturel est extrait du gisement de Bayu-Undan situé en mer, entre l'Australie et le Timor Oriental, et acheminé à l'usine de Darwin par un pipeline de 502 km.

La production russe, réalisée à partir du gaz naturel d'Orenbourg, depuis 1977, est contrôlée par [Gazprom](#). Les capacités de production sont de 6,5 millions de m³/an.

En Pologne, l'usine d'Odolanow, est exploitée, depuis 1977, par [Polish Oil and Gas Company](#) (PGNiG) qui produit l'hélium à partir d'un gaz naturel contenant de 0,08 à 0,45 % de He, avec une capacité de production de 2,8 millions de m³/an.

Commerce extérieur :

En 2014, les exportations des Etats-Unis ont été de 69 millions de m³.

- Exportations françaises, en 2014 : 13,4 millions de m³ vers l'Allemagne à 34 %, le Royaume Uni à 19 %, la Belgique à 13 %, l'Espagne à 10 %.
- Importations françaises, en 2014 : 15,3 millions de m³ à 55 % d'Algérie, 28 % du Qatar, 9 % des Etats-Unis.

Réserves : en 2014, en millions de m³.

Etats-Unis	3 900	Russie	1 700
Algérie	1 800	Pologne	33

Source : USGS

Des réserves, non estimées, sont également présentes au Qatar, au Canada et en Chine.

Les réserves des Etats-Unis se répartissent de la façon suivante : en millions de m³.

Riley Ridge (Wyoming)	1 391	Rands Butte (Wyoming)	482
Hugoton stockage	750	St John's (Arizona)	394
Hugoton hors stockage	581	Autres	737

Source : Selling the Nation's Helium Reserve.

Producteurs :

Le principal producteur mondial est [ExxonMobil](#) avec son gisement de Riley Ridge qui alimente avec un pipeline de 40 miles, l'usine d'extraction et purification de Shute Creek, près de La Barge, dans le Wyoming, qui a produit, en 2006, 9,5 millions de m³ de He. Le gaz produit est vendu à [Airgas](#), Air Liquide, [Matheson](#), Air Products et Praxair. ExxonMobil est également associé dans l'extraction de l'hélium au Qatar.

Les principaux distributeurs mondiaux d'hélium :

- [Air Liquide](#), s'approvisionne auprès d'ExxonMobil aux Etats-Unis et RasGaz au Qatar. Par ailleurs, Air Liquide est partenaire de la société Hélios récupérant l'hélium du gaz naturel liquéfié à Arzew, en Algérie.
- [Air Products](#), à Hansford County (Texas) et Liberal (Kansas), aux Etats-Unis et Arzew, en Algérie.
- [Linde](#), à Otis (Kansas), aux Etats-Unis, Skikda, en Algérie et Darwin, en Australie.
- [Praxair](#), à Bushton et Ulysses (Kansas), aux Etats-Unis. S'approvisionne également, aux Etats-Unis, auprès d'ExxonMobil.
- [Taiyo Nippon Sanso](#), avec, aux Etats-Unis, sa filiale [Matheson](#).

Transport :

Le gaz est transporté liquéfié à 4 K.

Utilisations :

Consommations : en 2011, dans le monde : 174 millions de m³.

Etats-Unis	39 %	Europe	21 %
Asie	27 %	Autres pays d'Amériques	8 %

Source : CryoGas International

La consommation des Etats-Unis, en 2014, est de 34 millions de m³.

Secteurs d'utilisation : aux Etats-Unis, en 2014.

Cryogénie	32 %	Soudage	13 %
Pressurisation et purge	18 %	Détection de fuites	4 %

Atmosphères contrôlées	18 %	Mélanges respiratoires	2 %
------------------------	------	------------------------	-----

Source : USGS

- Sa faible température d'ébullition (4,21 K et jusqu'à 0,7 K en réduisant la pression), le fait utiliser en cryogénie lorsque de très basses températures sont désirées : aimants supraconducteurs, utilisés en imagerie médicale (scanner IRM), ou dans les accélérateurs de particules. Le [LHC](#) (Grand Collisionneur de Hadrons) du [CERN](#), près de Genève, anneau de 26,659 km, comporte 9 300 aimants prérefroidis à -193,2°C à l'aide de 10 080 t d'azote liquide puis à -271,3°C avec 120 t d'hélium liquide.
- C'est le seul gaz inerte et ininflammable qui reste gazeux à la température du [dihydrogène](#) liquide. Pour cette raison il est utilisé pour purger les réservoirs à hydrogène liquide ainsi que pour pressuriser l'[oxygène liquide](#), employés comme propergols du moteur Vulcain de la fusée Ariane 5. En 1970, la moitié de la production des États-Unis (18,3 millions de m³) était utilisée par la NASA. En France, il est principalement utilisé pour les essais des moteurs d'Ariane par [Airbus Safran Launchers](#).
- Sa faible densité par rapport à l'air (0,138) lui permet d'être utilisé dans les dirigeables (en remplacement de [H₂](#)) et surtout dans les ballons météorologiques. Il a été employé dans le remplissage de pneus d'avions (Concorde). Diffusant très rapidement, il est utilisé pour détecter les fuites des installations sous vide, à l'aide d'un spectromètre de masse.
- Gaz inerte, il est utilisé comme atmosphère protectrice dans le soudage à l'arc des métaux, à la place de l'argon, meilleur marché, lorsque les métaux à souder sont bons conducteurs de la chaleur, comme l'aluminium et le cuivre. Il est employé également en métallurgie du tungstène et du zirconium, ainsi que lors de la croissance des monocristaux de silicium et de germanium.
- Du fait de sa faible solubilité (il est moins soluble que N₂) dans les solutions aqueuses et en particulier le sang, il remplace [N₂](#) dans le gaz de respiration des plongeurs sous-marins et permet ainsi d'éviter les embolies gazeuses par dégagement de N₂ dans les artères lors de la décompression des plongeurs. Par exemple, la composition : 50 % He, 49 % H₂, 0,8 % [O₂](#), est utilisée. Par ailleurs, l'hélium n'est pas narcotique, contrairement au diazote, et permet d'éviter l'ivresse des profondeurs. En mélange avec 20 % de O₂, il est utilisé comme atmosphère de respiration lors d'œdèmes du poumon. Le respiration de faibles quantités d'hélium durant des durées brèves entraîne une modification du timbre de la voix.
- Utilisations diverses : dans les lasers à gaz, chromatographie, en phase gazeuse, comme gaz de souffleries hypersoniques, dans des chambres à bulles, dans le cryopompage...