

■ L'AUTEUR



Christian GIANESE, ingénieur au CNRS, est responsable du Centre de liquéfaction de l'Institut Néel

(CNRS-Université Joseph Fourier), à Grenoble.

■ SUR LE WEB

Programme fédéral américain sur l'hélium :

www.blm.gov/nm/st/en/prog/energy/helium/federal_helium_program/federal_helium_program.html

Données du Service géologique américain (2012) :

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/helium/mcs-2012-heliu.pdf>

D. A. Shea et D. Morgan, *The helium-3 shortage : Supply, demand, and options for Congress*, décembre 2010 : www.fas.org/sgp/crs/misc/R41419.pdf

■ BIBLIOGRAPHIE

D. Kramer, *For some, helium-3 supply picture is brightening*, *Physics Today*, vol. 64, pp. 20-23, mai 2011.

plusieurs méthodes, mais le procédé par distillation cryogénique est le plus répandu. Il consiste à refroidir le gaz et ainsi à solidifier toutes les impuretés dans des colonnes de séparation. Cette opération achevée, l'hélium atteint une pureté de 99,99 pour cent et peut alors être commercialisé.

Pour mieux comprendre la situation actuelle, il est utile de faire un peu d'histoire, qui commence avec la découverte de l'hélium. Le 16 août 1868, lors d'une éclipse totale, à Guntur, en Inde, Jules Janssen, astronome français qui étudie le rayonnement solaire, observe une raie jaune brillante dans le spectre du Soleil. On pense alors que cette raie est celle du sodium. Mais le 20 octobre de la même année, l'astronome anglais Norman Lockyer, qui observe également cette raie jaune, conclut qu'elle est provoquée par un élément inconnu sur Terre. Il nomme alors cet élément hélium, d'après le terme grec *helios* désignant le Soleil. Près de 30 ans plus tard, en 1895, le chimiste britannique William Ramsay isole l'hélium dans la clévélite, un minerai à base d'uranium : en examinant le spectre d'émission de ce gaz inconnu, il se rend compte qu'il vient de découvrir le même élément que celui repéré dans le Soleil.

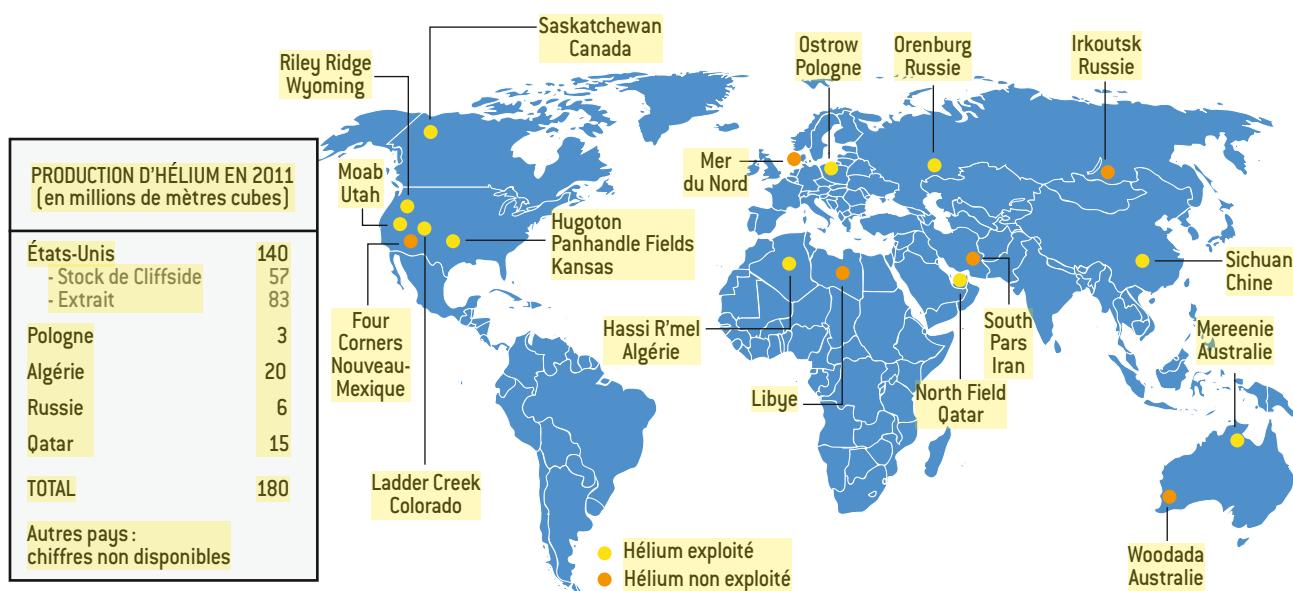
En 1903, un forage pétrolier à Dexter, dans le Kansas (États-Unis), suscite l'étonnement : le jet de gaz qui s'en échappe est incombustible ! Erasmus Haworth, géologue de l'État du Kansas, analyse alors ce gaz et constate qu'il contient 72 pour cent d'azote, 12 pour cent d'un gaz inconnu,

et seulement 15 pour cent de méthane. Ainsi, le méthane est présent en trop faible proportion dans une masse de gaz inerte, ce qui ne permet pas au jet de brûler... Mais Haworth est aussi intrigué par le gaz « inconnu ». Une analyse plus poussée révélera que 1,84 pour cent de l'échantillon de gaz est de l'hélium. Cette découverte démontrait pour la première fois que l'hélium est disponible pour la production, comme sous-produit de l'exploitation du gaz naturel. Et c'est ainsi que les États-Unis sont devenus le premier pays producteur d'hélium.

L'hélium, un gaz stratégique

L'hélium, gaz sept fois plus léger que l'air, a été utilisé en premier lieu pour gonfler les aérostats. Le premier dirigeable gonflé à l'hélium dans le monde fut le C-7 de la marine américaine. Pendant la Première Guerre mondiale, la marine des États-Unis a subventionné trois petites usines de production d'hélium pour approvisionner les ballons captifs de barrage. Ces ballons étaient placés à proximité d'endroits stratégiques et forçaient les avions ennemis à voler à plus haute altitude, ce qui rendait leurs bombardements moins précis. En outre, les câbles d'acier qui les amarraient constituaient un grand danger pour les chasseurs en quête de proies à mitrailler.

L'hélium a donc très vite été reconnu comme un gaz stratégique et, en 1925, le



2. LES GISEMENTS DE GAZ NATUREL CONTENANT DE L'HÉLIUM (carte) et les chiffres de production connus en 2011 (tableau).

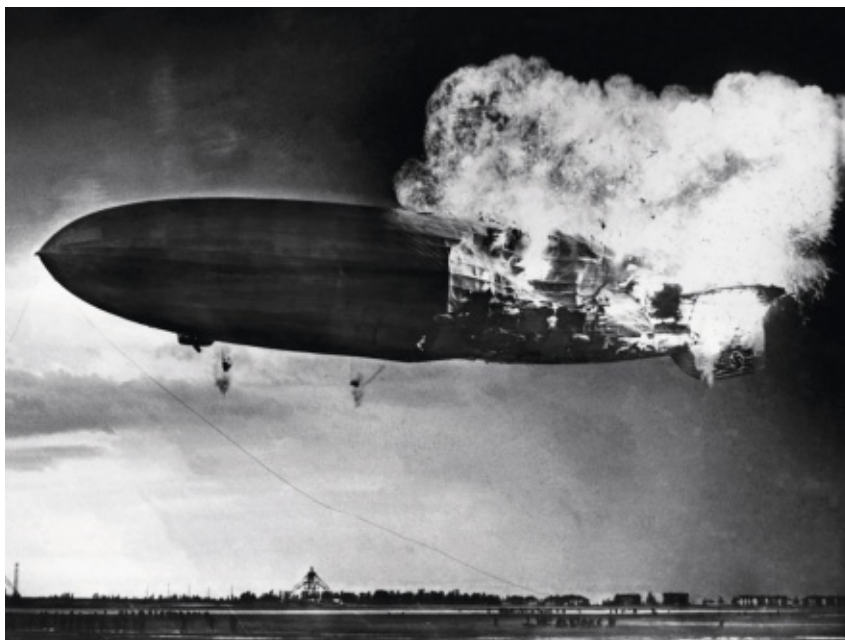
gouvernement américain décida de créer une réserve nationale d'hélium, gaz qui allait être conservé dans une énorme formation géologique située à Cliffs, au Texas.

Dans les années 1930, les Allemands ont conçu le plus gros dirigeable jamais construit, le zeppelin LZ 129 *Hindenburg*. Le projet initial prévoyait d'utiliser de l'hélium pour assurer sa sustentation. Mais avec l'arrivée des nazis au pouvoir, les États-Unis, seul pays fournisseur d'hélium, ont appliqué un embargo sur l'exportation du gaz. Les Allemands furent alors obligés de modifier leur projet et d'utiliser l'hydrogène à la place de l'hélium, avec les conséquences que l'on connaît : en 1937, un incendie enflamma le *Hindenburg*, faisant 36 victimes et mettant fin au transport de passagers par dirigeables (voir la figure 3).

L'utilisation de l'hélium s'est accrue durant la Seconde Guerre mondiale, avec de nouvelles applications (gaz inerte pour la soudure, spectrométrie de masse, etc.). Avec l'avènement de la guerre froide, dans les années 1950, l'hélium prit une importance capitale. On l'a notamment utilisé dans la course à l'espace, pour prérefroidir l'hydrogène liquide des moteurs des fusées ; ainsi, une fusée *Saturn V* consommait environ 370 000 mètres cubes d'hélium pour décoller (voir la figure 1). En 1965, la consommation d'hélium des États-Unis dépassait huit fois le maximum qu'elle avait atteint pendant toute la Seconde Guerre mondiale !

Vers 1960, pour faire face à l'augmentation de la demande, les États-Unis ont demandé à des entreprises privées d'extraire l'hélium pour le stocker au réservoir du Bush Dome, près du champ de Cliffs. Pour ce programme, 684 kilomètres de gazoduc ont été construits pour relier les usines d'extraction au Bush Dome. L'hélium était ainsi stocké, puis, en fonction des besoins, extrait, purifié et liquéfié pour être transporté à destination. Durant plusieurs années, les États-Unis ont ainsi produit 90 pour cent de l'hélium commercialement disponible dans le monde. Les usines d'extraction du Canada, de Pologne, de Russie et de quelques autres pays produisaient le reste.

Au milieu des années 1990, en Algérie, une nouvelle usine se mit à produire de l'hélium à Arzew. Très rapidement, avec une production de 17 millions de mètres cubes par an, elle a pu couvrir toute la demande européenne, soit environ 16 pour cent de la demande mondiale.



Parallèlement, le stock du Bush Dome atteignait un milliard de mètres cubes de gaz. Mais la réserve avait accumulé 1,4 milliard de dollars de dettes, liées au remboursement du programme « hélium » et au coût de modernisation de l'installation. Cela a conduit le Congrès des États-Unis à faire cesser progressivement son activité. Ainsi, en 1995, le gouvernement américain adopta un acte visant la privatisation de l'hélium, afin de récupérer les sommes investies dans la mise en place de la réserve : tout l'hélium de celle-ci devra être vendu d'ici 2015.

Les années 1990, période faste

En outre, cette loi stipule que les quantités d'hélium vendues chaque année doivent être constantes ; autrement dit, on ne tient pas compte de la demande ! Cette clause a eu pour effet de maintenir artificiellement bas le prix de l'hélium aux États-Unis (l'hélium américain est plus cher en Europe, notamment en raison du transport). Et comme une étude américaine concluait qu'entre la production, la liquidation du stock d'hélium de la réserve fédérale et son utilisation, il y aurait un excédent d'hélium dans l'avenir, les utilisateurs n'avaient aucune raison d'économiser ou de recycler ce gaz...

Entre 2004 et 2006, deux nouvelles usines ont été construites, la première à Ras Laffan au Qatar, l'autre à Skikda en Algérie, ce qui a permis à ce pays de devenir

3. LE PLUS GROS DIRIGEABLE jamais construit était le zeppelin allemand *Hindenburg*. En raison de l'embargo sur l'hélium décrété par les États-Unis avec l'arrivée des nazis au pouvoir en Allemagne, il était gonflé à l'hydrogène. Le 6 mai 1937 à Lakehurst (New Jersey, États-Unis), un incendie se déclara pour une cause indéterminée et le gaz s'enflamma, provoquant la destruction de l'appareil et la mort de 36 personnes.