



---

## PRODUCTION ET CONSOMMATION D'HYDROGENE AUJOURD'HUI

### Sommaire

- 1 – Production de l'hydrogène destiné à l'industrie
  - 2 – Les principaux usages chimiques et pétroliers de l'hydrogène
  - 3 - L'hydrogène et la demande mondiale d'énergie
- 

L'utilisation de l'hydrogène comme vecteur énergétique reste aujourd'hui encore limitée, elle est pour l'essentiel liée la mise en place de la mobilité. En revanche, sa production et sa consommation dans l'industrie représentent, de longue date, des quantités notables, tout particulièrement dans les industries chimiques et pétrochimiques ainsi que dans le raffinage des hydrocarbures et, dans une moindre mesure, pour l'obtention de certains matériaux.

### 1. Production de l'hydrogène destiné à l'industrie

N'existant pas dans la nature à l'état libre, l'hydrogène est produit en le dissociant des atomes avec lequel il est combiné. Ceux-ci sont des atomes d'oxygène dans le cas de l'eau, on procède alors par électrolyse. Ce sont des atomes de carbone pour les matières fossiles qui, elles, sont dissociées par reformage ou oxydation en faisant également intervenir de l'eau dans les réactions. Hormis l'eau, les matières fossiles représentent 96% des matières première productrices d'hydrogène dans le monde. Elles se répartissent en: 49% de gaz naturel ; 29% d'hydrocarbures liquides ; 18% de charbon<sup>1</sup>. Au total ce sont 60 millions de tonnes d'hydrogène qui sont produits chaque année dans le monde<sup>1</sup> :

- 11 Mt le sont aux Etats-Unis,
- 8,8 Mt le sont en Europe,
- 922 000 t le sont en France.

Cette production qui consiste à échanger les atomes d'hydrogène des hydrocarbures par des atomes d'oxygène est accompagnée d'une émission de gaz carbonique. En cela elle n'est guère envisageable pour obtenir ce vecteur clé de la filière énergétique décarbonée<sup>2</sup> qu'est l'hydrogène.

### 2. Les principaux usages chimiques et pétroliers de l'hydrogène

#### a - L'hydrogène dans l'industrie chimique

L'hydrogène est une des matières de base des industries chimique et pétrochimique. Il est :

- soit fabriqué spécifiquement dans des unités dédiées à sa production (vaporeformage du méthane, électrolyse de l'eau, ...)
- soit coproduit dans des fabrications d'autres produits chimiques, tels que l'éthylène ou le chlore.

Sa valorisation en tant que matière première étant encore très supérieure à sa valeur énergétique, les disponibilités d'hydrogène sont généralement regroupées sur chaque site dans un « réseau hydrogène » et redistribuées dans les diverses unités de fabrications du site qui en sont consommatrices.

---

<sup>1</sup> Sources IHS, IFP, Actualité Chimique.

<sup>2</sup> L'élimination de ce CO<sub>2</sub> par enfouissement géologique est une solution qui n'est pas sans inconvénients (cf. Fiche 3.1.2 – Captage et stockage du CO<sub>2</sub>).

Dans les zones géographiques où l'industrie chimique est fortement implantée (Benelux, Texas ...), ces « réseaux hydrogène » de sites sont eux-mêmes interconnectés par des réseaux de « gazoducs » (cf. Fiche 4.1 – Les réseaux de gazoducs H<sub>2</sub> dans le monde) reliant entre eux les sites producteurs et consommateurs.

### Ammoniac

L'Ammoniac, NH<sub>3</sub>, le produit chimique dominant sur le plan de la consommation d'hydrogène est la matière première de base dans l'industrie des engrais en particulier par le procédé Haber Bosch.

### Ensemble des autres produits chimiques

Si la quantité d'hydrogène utilisée aujourd'hui pour la fabrication de produits chimiques tels que les amines, le méthanol, l'eau oxygénée, etc. est très inférieure à celle nécessitée par la fabrication d'ammoniac, son utilisation s'est développée dans d'autres secteurs de l'industrie comme celui de la soudure, de l'élaboration de certains métaux, de la fabrication de verres, de semi-conducteurs ou encore de l'industrie alimentaire (hydrogénation des graisses et des huiles, additif alimentaire E 249).

### b - L'hydrogène dans l'industrie pétrolière

Les raffineries s'efforcent de produire à partir de pétroles bruts variés le maximum de produits commercialisables (essence, diesel, kérosène, naphta...) qui doivent répondre à des normes précises. Dans le schéma de raffinage, un certain nombre d'unités de traitement sous-produisent de l'hydrogène (cracking thermique ou catalytique, reformeur catalytique...) alors que d'autres en sont consommatrices (hydrocracking, hydrotraitement, désulfuration...).

La tendance vers des spécifications de plus en plus sévères pour les carburants et les produits pétroliers fait croître la demande en hydrogène et conduit à des bilans globaux déficitaires. C'est pourquoi la plupart des raffineries sont amenées à produire dans des unités de « vaporeformage »<sup>3</sup>, l'hydrogène complémentaire dont elles ont besoin. De ce fait, en Europe et dans le monde, les besoins de l'industrie pétrolière sont devenus au cours de ces dernières années la plus importante source de consommation d'hydrogène.

### c - Répartition de la consommation industrielle de l'hydrogène

- En France

Utilisation	Quantité consommée (milliers de tonnes /an)	%
Raffinage pétrolier	544	59
Ammoniac et engrais	240	26
Industrie chimique (dont méthanol)	92	10
Métallurgie	9,2	1
Divers	36,8	4

**Tableau 1 - Répartition française de la consommation d'hydrogène dans l'industrie chimique et le raffinage**

(Source : Alphéa Hydrogène, Actualité Chimique n°347, 2014)

<sup>3</sup> En particulier de méthane (gaz naturel) cf. Fiche 3.1.1- Production d'hydrogène à partir des combustibles fossiles).

- En Europe

Utilisation	Consommation (millions de tonnes /an)	%
Production d'ammoniac	3,2	39
Autres produits chimiques et Métallurgie	1,15	14
Raffinage	3,9	47

**Tableau 2 - Répartition européenne de la consommation d'hydrogène dans l'industrie chimique et le raffinage**

(Source : Alphéa Hydrogène, Actualité Chimique n°347, 2014)

- Dans le Monde

Utilisation	Consommation (millions de tonnes / an)	%
Production d'ammoniac	22,8	38
Autres produits chimiques	4,8	8
Raffinage	26.4	44
Divers (espace, industrie alimentaire, du verre, etc.)	6	10

**Tableau 3 - Répartition mondiale de la consommation d'hydrogène dans l'industrie chimique et le raffinage**

(Source : Alphéa Hydrogène, Actualité Chimique n°347, 2014)

### 3. L'hydrogène et la demande mondiale d'énergie

S'ils étaient uniquement destinés à des besoins énergétiques, les 60 millions de tonnes d'hydrogène produits aujourd'hui dans le monde – soit un équivalent de 171 Mtep - ne représenteraient que 1,3 % de la production totale d'énergie qui est de 13 100 Mtep (cf. Fiche 2.1 Situation mondiale de l'énergie). Il faudrait un ajustement d'ordre de grandeur difficilement envisageable et ce, tout particulièrement si l'on voulait s'en tenir à n'utiliser que de l'hydrogène vert, celui obtenu sans émissions de carbone par électrolyse à partir d'électricité renouvelable. Là en effet est la condition impérative pour conserver les vertus environnementales du recours à l'hydrogène-énergie. Or, d'après le « Renewables 2014 Global Status Report », la totalité de cette électricité renouvelable actuellement produite dans le monde, 524 Mtep, ne correspond qu'à 4% de la consommation totale d'énergie !

Même destinée au seul transport avec des véhicules à pile à combustible, l'actuelle production d'hydrogène serait de près de 13 fois inférieure à ce qui serait nécessaire, soit environ 2 200 Mtep (donnée IFP). Au jeu des propositions pour demain, pourquoi ne pas réserver, dans une première phase, cette mobilité hydrogène vertueuse pour l'environnement, de préférence aux zones urbaines et industrielles à forte concentration ? Dans tous les cas, un bel avenir pour l'éolien, le solaire et l'hydraulique avec toutefois un problème à résoudre : celui d'une énorme production conjointe d'oxygène.

Il faut ajouter que ces chiffres de production d'hydrogène vert sont même à revoir entièrement à la hausse si l'on prend en compte la filière du « Power to Gas », ce moyen de réguler et de valoriser l'intermittence de l'électricité renouvelable (cf. Fiche 9.5 – Power to Gas).

Quant à l'hydrogène obtenu à partir des combustibles fossiles, l'émission de CO<sub>2</sub> qui en résulte hypothèque son avenir tant le captage et l'enfouissement géologique de ce gaz reste problématique (cf. Fiche 3.1.2 citée note n°2).

Quoi qu'il en soit, l'hydrogène-énergie est amené à devenir un vecteur énergétique largement répandu et complémentaire du vecteur électrique mais Il faudra en maîtriser la production. Les prévisions sont difficiles à établir devant l'inconnu des progrès scientifiques et techniques à venir, tout comme l'est l'évolution du niveau de la demande mondiale en énergie dont on peut dire à l'évidence qu'elle ne peut être qu'en augmentation.

Et si la fusion nucléaire devenait une réalité exploitable ? Le vecteur hydrogène produit sans carbone n'en serait-il pas l'un des premiers bénéficiaires ?