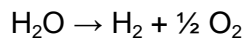


# Annexe 2

## 1) Obtenir de l'hydrogène par craquage de l'eau<sup>1</sup>

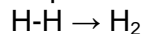
Le **craquage de l'eau** est un procédé permettant l'obtention d'hydrogène et d'oxygène, par électrolyse ou en dissociant par la chaleur les atomes composant la molécule d'eau H<sub>2</sub>O. C'est une réaction thermochimique se produisant à haute température (entre 850 °C et 900 °C), ou en phase gazeuse à 2,500 °C - 3,000 °C <sup>1</sup>

### Bilan de la décomposition d'une molécule d'eau :



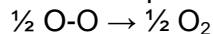
La molécule d'eau H<sub>2</sub>O est constituée de 2 liaisons O-H et chaque liaison a une énergie molaire de 460 kJ, ce qui représente 2 x 460 = 920 kJ pour une mole d'eau. D'où la rupture des liaisons O-H des molécules d'eau pour une mole d'eau nécessite l'apport de 920 kJ (côté gauche de l'équation).

Cependant la recombinaison des atomes d'hydrogène H en H<sub>2</sub> (hydrogène gazeux) va produire un apport d'énergie :



Cette recombinaison apporte 432 kJ.

De même pour la recombinaison des atomes d'oxygène :



Cette réaction va libérer  $\frac{1}{2} \times 494$  kJ soit 247 kJ.

Solde de l'opération :

$$920 - 432 - 247 = 241 \text{ kJ}$$

Ainsi la fabrication de 2 grammes d'hydrogène par craquage d'une mole d'eau (sans tenir compte des pertes) nécessite l'apport de 241 kJ, soit 120 500 kJ pour fabriquer 1 kg d'hydrogène ou encore 33,5 kWh/kg<sup>2</sup> d'hydrogène. C'est cette énergie fournie par une autre source d'énergie qui est restituée lorsque l'H<sub>2</sub> se recombine à l'oxygène de l'air pour reformer de l'eau. La boucle est bouclée.

## **2) Distribution pour les réservoirs à hydrogène comprimé**

(Extrait du site AFHYPAC / Mémento de l'hydrogène/ Fiche 4.5.1 juillet 2008).

Si la manipulation du gaz sous pression est à ce jour parfaitement maîtrisée, son transfert à répétition dans une station service demande des aménagements particuliers. Alors qu'un liquide s'écoule aisément d'un récipient à l'autre par gravité ou par l'action d'une pompe volumétrique, un gaz ne se déplace en grande quantité que lorsqu'une différence de pression notable – plusieurs dizaine de bars – est maintenue entre l'amont et l'aval.

Pour remplir un réservoir il existe deux possibilités :

- effectuer directement le transfert à l'aide d'un compresseur, cela exige un minimum de continuité et de stabilité de fonctionnement en particulier de débit, une situation peu compatible avec les nombreux remplissages successifs à réaliser,

<sup>1</sup> [http://fr.wikipedia.org/wiki/Craquage\\_de\\_l'eau](http://fr.wikipedia.org/wiki/Craquage_de_l'eau)

<sup>2</sup> Cette valeur ne tient pas compte de l'énergie supplémentaire, nécessaire pour amener l'eau à la température de craquage, dont une partie est forcément gaspillée.

- effectuer le transfert à partir d'une réserve en surpression. A priori, une meilleure solution. Mais elle est limitée car elle exige que la pression du gaz dans la réserve reste toujours supérieure à la pression finale de remplissage des véhicules, c'est à dire une réserve à haute pression ayant un grand volume.

C'est en fait la superposition des deux opérations qui convient le mieux : l'hydrogène de la réserve est maintenu en permanence à une pression supérieure à la pression de remplissage grâce à un compresseur commandé par un automatisme régulateur de pression. Le compresseur est lui alimenté par une autre réserve qui pourra être vidée (c. à d. sa pression diminuée jusqu'à la limite inférieure de la pression d'aspiration du compresseur, de l'ordre d'une dizaine de bars).

Lors de son remplissage, le réservoir s'échauffe car la pression de l'hydrogène y augmente suffisamment rapidement pour que cette compression soit quasi-adiabatique (les échanges de chaleur n'ayant pas le temps de se produire). L'élévation de température correspondante dépend surtout de la durée du remplissage. Elle peut être de plusieurs dizaines de degrés C voire plus. C'est pourquoi la maîtrise et le contrôle rigoureux du transfert sont nécessaires pour éviter la détérioration du réservoir composite et garantir la quantité de gaz délivrée. En effet, lorsque la température sera revenue à l'ambiante, la pression du gaz aura diminué et pourrait être nettement inférieure à celle initialement prévue. C'est une gêne pour un mode de stockage déjà limité, notamment pour les voitures particulières qui ont peu de grands volumes disponibles.

### **3) A déterminer :**

Quelle est la pression mini dans le réservoir pour faire fonctionner un MCI ? On en déduira la quantité d'H<sub>2</sub> non consommable dans le réservoir.

Quels sont **les problèmes dus au froid** lors de la détente de 700 b à la pression d'injection dans le cylindre ?

Comment est dissipé le froid ?

Y a-t-il des problèmes de cristaux **de glace, de givrage** ?