



Éclairage sur...

... l'installation d'une pile
à combustible chez soi !

Projet : installation par Tokyo Gas de piles à combustibles chez ses clients pour cogénérer électricité et chaleur dans les logements, Tokyo (Japon)

Le principe ?

Produire conjointement, dans une pile à combustible et à l'échelle d'une habitation, électricité et chaleur. Le système de cogénération qui nous a été présenté par Tokyo Gas comporte deux unités :

- la première produit de l'hydrogène¹ à partir de gaz naturel : c'est l'**unité de vaporeformage**.
- la seconde utilise l'hydrogène ainsi synthétisé pour fabriquer électricité et chaleur de façon répartie² : il s'agit d'une **pile à combustible**.

Réformage du gaz naturel

Pour produire de l'hydrogène, l'**unité de vaporeformage** élève à très haute température un mélange de gaz naturel (ou de gaz de ville) et d'eau sous pression. Le principe de cette transformation est bien connu et est utilisé à grande échelle : il permet de synthétiser près de

1. L'hydrogène est un atome (H). Par abus de langage, on désigne ainsi le gaz formé de molécules de dihydrogène (H₂).

2. On qualifie de « répartie » la production d'énergie décentralisée à l'échelle d'un quartier ou d'une habitation.

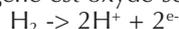
la moitié des 50 millions de tonnes d'hydrogène industriel produites dans le monde¹.

Fonctionnement d'une pile à combustible

Alimentée en hydrogène et en air (ou oxygène pur), la **pile à combustible (PC)** produit électricité et chaleur. Ce générateur convertit directement l'énergie chimique d'un combustible (hydrogène pur) en énergie électrique², et peut, contrairement à une pile, fonctionner en continu puisque ses réactifs sont fournis sans interruption.

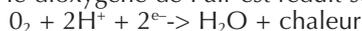
Comme une pile ordinaire, la PC possède un pôle positif (la **cathode**) et un pôle négatif (l'**anode**). Ils sont séparés par un **électrolyte**, un milieu qui peut être liquide ou solide et qui a la particularité de bloquer le passage des électrons tout en laissant passer les ions.

À l'anode le dihydrogène est oxydé selon :



Tandis que les ions (H^+ , chargés positivement) passent à travers l'électrolyte, les électrons (e^- , chargés négativement) ne peuvent le traverser et s'accumulent à l'anode. Un déséquilibre de charges apparaît donc entre l'anode et la cathode : il y a création d'un potentiel électrique. Comme dans les cellules photovoltaïques³, les électrons vont essayer d'annuler ce déséquilibre en cherchant à rejoindre le pôle déficitaire en électrons (la cathode). En mettant en contact les deux pôles grâce à un câble électrique, on leur offre un chemin pour le faire et crée donc, grâce à leur déplacement, un courant électrique.

À la cathode, le dioxygène de l'air est réduit selon :



Le bilan global de la réaction est donc : $\text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{chaleur}$. Il s'agit de la réaction inverse de l'électrolyse de l'eau.

Bilan de la réaction : production d'eau, d'électricité et de chaleur. La première fait un déchet insignifiant, les deux dernières peuvent être avantageusement exploitées, par exemple, dans une maison !

1. L'hydrogène est très utilisé par les industries chimiques et pétrochimiques, notamment pour la production d'ammoniac et de méthanol. Il est également employé pour le raffinage du pétrole et dans les secteurs métallurgique, électronique, pharmaceutique et agro-alimentaire.

2. À la différence des moyens traditionnels de production de l'énergie, son rendement n'est pas limité par la thermodynamique (des cycles de Carnot, Rankine ou Brayton).

3. Voir chapitre 14, Le soleil trop cher p. 265.