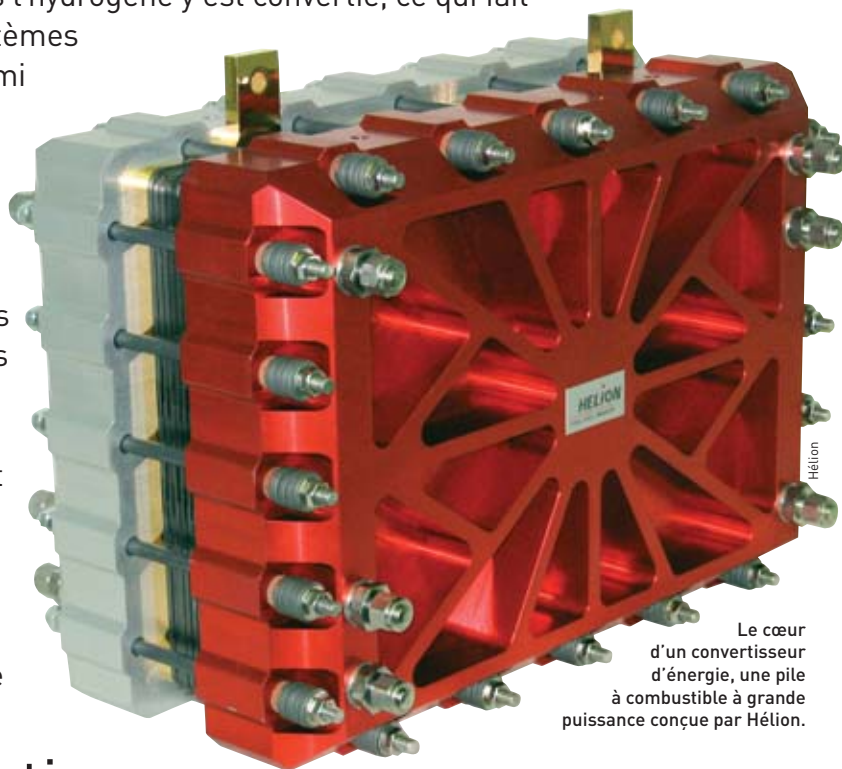




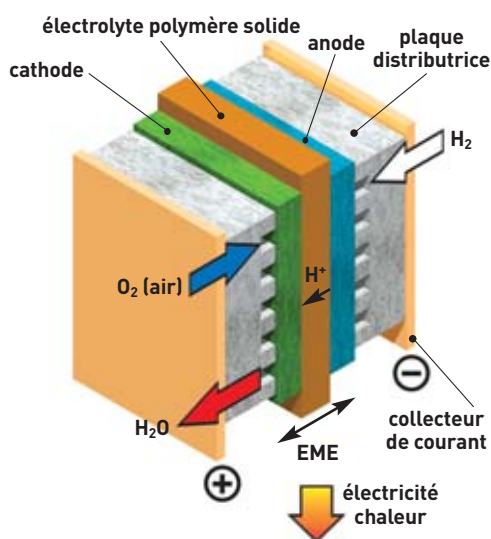
Les convertisseurs d'énergie

Excellents convertisseurs en électricité de ce vecteur énergétique essentiel que l'hydrogène est en passe de devenir, les piles à combustible font partie des technologies les plus prometteuses dans une perspective de développement durable. En effet, près de la moitié de l'énergie chimique contenue dans l'hydrogène y est convertie, ce qui fait de la pile à combustible l'un des systèmes énergétiques les plus efficaces. Parmi les différentes technologies, deux sont privilégiées : la filière polymère à basse température PEMFC et la filière céramique à haute température SOFC. Elles offrent des perspectives d'utilisations larges dans trois domaines : les applications portables, les transports et les applications stationnaires. Le CEA et ses partenaires travaillent au développement de piles à combustible commercialement viables, à partir des "briques" originales dont ils disposent, d'ores et déjà, ou qui se trouvent à un stade de définition avancé.



Le cœur d'un convertisseur d'énergie, une pile à combustible à grande puissance conçue par Hélion.

C Comment fonctionne une pile à combustible ?



Principe de fonctionnement de la pile à combustible. Exemple de la pile à membrane échangeuse de protons. EME représente l'ensemble électrodes-membrane.

La pile à combustible repose sur un principe fort ancien, puisque c'est en 1839 que Sir William Grove construisit la première cellule électrochimique fonctionnant avec de l'**hydrogène** comme carburant, mettant ainsi en évidence la possibilité de produire du courant électrique par conversion directe de l'énergie chimique du **combustible**. La pile à combustible ayant la particularité d'utiliser deux gaz – l'hydrogène H₂ et l'oxygène O₂ – comme couple électrochimique, les réactions d'**oxydo-réduction** qui s'opèrent dans la pile sont donc particulièrement simples. La réaction se produit au sein d'une structure (la **cellule électrochimique élémentaire**) essentiellement composée de deux **électrodes** (l'**anode** et la **cathode**) séparées par un **électrolyte**, matériau permettant le passage des **ions**. Les électrodes mettent en jeu des **catalyseurs** pour activer d'un côté, la

réaction d'**oxydation** de l'hydrogène, et de l'autre côté, la réaction de **réduction** de l'oxygène.

Dans le cas d'une pile à électrolyte acide (ou pile à membrane échangeuse de **protons**), l'hydrogène de l'anode est dissocié en protons (ou ions hydrogène H⁺) et en **électrons**, suivant la réaction d'oxydation : $H_2 \rightarrow 2 H^+ + 2 e^-$. À la cathode, l'oxygène, les électrons et les protons se recombinent pour former de l'eau : $2 H^+ + 1/2 O_2 + 2 e^- \rightarrow H_2O$. Le principe de la pile à combustible est donc inverse à celui de l'**électrolyse** de l'eau. La tension thermodynamique d'une telle cellule électrochimique est de 1,23 volt (V). Toutefois, en pratique, la pile présente une différence de potentiel de l'ordre de 0,6 V pour des **densités de courant** de 0,6 à 0,8 A/cm². Le rendement d'une telle cellule est donc d'environ 50 %, l'énergie dissipée l'étant bien évidemment sous forme de chaleur.