

Les grands domaines d'applications de la pile à combustible

Il y a aujourd'hui trois grands domaines dans lesquels on promet un brillant avenir à la pile à combustible : le portable, le transport et le stationnaire.

Le portable :

Dans cette famille on inclut essentiellement le téléphone mobile (qui consomme une puissance de l'ordre de 100 mW) et l'ordinateur portable (qui consomme une puissance de l'ordre de 30 W). Ces deux applications connaissent une très forte croissance, mais sont de plus en plus handicapées par l'autonomie de leur batterie, même la plus performante comme la batterie lithium-Ion. Cette dernière laisse classiquement quelques jours d'autonomie à un téléphone et environ 3 heures à un ordinateur portable. Or les clients demandent 5 à 10 fois mieux et la batterie électrochimique a aujourd'hui atteint ses limites.

La solution qui apparaît et qui fait l'objet de recherches importantes, est un ensemble formé par une micro-pile à combustible couplée à une batterie Li-Ion. L'autonomie ne sera alors limitée que par la taille du réservoir (hydrogène ou méthanol) : on rechargera son portable comme on recharge un briquet ou un stylo à encre, en quelques secondes, et chaque recharge donnera 3 à 5 fois plus d'autonomie qu'une batterie actuelle ... pour le même encombrement !

L'engouement pour ce secteur est tel qu'aujourd'hui de nombreux congrès internationaux ne traitent que de ce sujet : on en est actuellement au stade des prototypes et on peut imaginer les premiers produits commerciaux vers 2005. (...)

Le transport :

C'est le domaine d'application qui est à l'origine du développement de la pile à combustible à partir du début des années 90.

Dans ce domaine, de nombreux prototypes ont vu le jour depuis 1993, parmi lesquels:

- **Nissan** associé à **Renault** (avec ses prototypes Xterra et X-Trail),
- le français **PSA** qui a présenté ses prototypes Partner Hydro-Gen et Taxi à la mi-2001, (...)
- **Air Liquide** qui a présenté son bus Scania développé dans le cadre d'un projet européen.

Tous ces constructeurs commencent à mettre en place des mini-flottes de 5 à 50 véhicules dès 2003 et prévoient des pré-séries à partir de 2005. On pense généralement que dans la période 2005-2010, les constructeurs vendront à perte pour ouvrir le marché et emmagasiner de l'expérience et que la technologie ne deviendra financièrement rentable qu'à partir de 2010-2015. (...)

Le stationnaire :

Compte tenu des tendances vers la décentralisation de la production d'énergie électrique, ce secteur commence à intéresser de nombreux industriels, en particulier aux USA.

Dans ce domaine, l'activité est centrée sur deux grands domaines d'applications :

- la production collective (*NDLR immeubles et industries*) les puissances mises en jeu sont dans la gamme 200 kW - quelques MW ;
- la production individuelle (*NDLR les maisons*) les puissances mises en jeu sont dans la gamme 1-5 kW.

A noter qu'un modèle a été installé en France (début 2000) par EDF, à Chelles, dans la région parisienne, pour l'alimentation d'un groupe HLM.

Conclusion

Depuis une quinzaine d'années et du fait de leurs performances énergétiques et environnementales, les piles à combustible connaissent un développement spectaculaire, et seul le coût reste aujourd'hui un obstacle majeur à leur diffusion, en particulier dans le domaine du transport et, dans une moindre mesure, dans celui du stationnaire

Texte extrait du site de l'Association Française de l'Hydrogène http://www.afh2.org/archive/fiche_5_2_1.pdf

Pourquoi les piles ?

L'un des facteurs déterminants de l'évolution des piles à combustible vient des problèmes climatiques et de la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre (notamment de CO₂). On recherche des moyens de production d'énergie moins polluants. L'Union Européenne s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 8 % par rapport à 1990 d'ici 2008-2012. La diminution réalisée en 2002 par rapport à 1990 pour les pays de l'Union Européenne est de 2,9 % : sans mesure supplémentaire, l'objectif semble donc difficile à atteindre. Ces derniers résultats montrent en particulier une augmentation dans le domaine des transports. (...)

Un autre facteur clef vient des réserves limitées en énergies fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon) et des incertitudes liées à leur approvisionnement. Ces énergies fossiles sont pour la plupart des pays industrialisés un facteur de dépendance énergétique important. Les tensions au Moyen Orient, les problèmes connus avec le Venezuela début

2003 ou au Soudan ne font que renforcer la nécessité de trouver une source d'énergie plus fiable. (...)

Par ailleurs, l'accroissement de la population mondiale et l'industrialisation des pays en voie de développement va entraîner à terme une augmentation des besoins énergétiques (électricité...). Dans le domaine automobile, malgré les progrès des moteurs en termes de consommation, les besoins globaux en pétrole sont en augmentation du fait de la croissance du nombre des véhicules au niveau mondial et de l'augmentation des distances parcourues. (...)

Dernier point enfin, les coupures d'électricité en Italie, à Londres et aux Etats Unis en 2003 mettent en relief les faiblesses du réseau électrique et de la production centralisée et mettent en valeur un moyen de production plus délocalisé. (...)

Texte extrait du site Les piles à combustible <http://www.annso.freesurf.fr/index.html#plan>

La pile à combustible est-elle la solution idéale pour la "production" d'énergie ?

Pour commencer, la pile à combustible est une découverte vieille de plus d'un siècle : si cela était une solution miracle, il y a longtemps que nous le saurions ! Si le moteur à explosion a été industrialisé d'abord, c'est bien parce que la pile à combustible pose quelques problèmes qui ne sont pas si simples que cela à résoudre.

Mais examinons tout d'abord les avantages. La pile à combustible a incontestablement l'avantage d'émettre très peu de polluants locaux :

- soit par oxydation d'impuretés présentes dans le carburant. Par exemple si le carburant contient du soufre, sa combustion dégage du SO₂, qui se transforme en acide sulfurique dans l'air par réaction avec l'eau,
- soit par combustion imparfaite (CO notamment), (...)
- soit à cause de la présence d'azote, que l'on peut difficilement éviter quand on utilise de l'air, puisqu'il en constitue 70% environ : à haute température, l'azote et l'oxygène de l'air réagissent et produisent des oxydes d'azote (les fameux NOx), dont certains sont directement toxiques, et d'autres, par réaction photochimique, conduisent à la formation d'ozone près du sol (l'ozone est une très bonne affaire dans la stratosphère, mais beaucoup moins près de nos poumons). (...)

Par ailleurs une pile à combustible produit de l'électricité, donc une voiture à pile à combustible est un cas particulier de voiture électrique, avec un avantage qui est que le moteur électrique a un rendement bien supérieur à celui d'un moteur thermique. Avec 1 kWh de carburant on finira par avoir 0,3 à 0,4 kWh d'énergie mécanique à la sortie du moteur (le reste est de la chaleur perdue) alors qu'avec 1 kWh d'électricité c'est plutôt 0,8 à 0,9 kWh d'énergie mécanique que l'on obtiendra à la sortie du moteur. (...)

Si les piles ne se sont pas développées avec ces avantages, c'est qu'elles ont par ailleurs un gros inconvénient : elles fonctionnent toutes avec de l'hydrogène, composé qui n'existe pas à l'état natif à la surface de la terre. En d'autres termes, l'hydrogène n'existe nulle part sur notre planète sous une forme quasiment directement exploitable, comme cela est le cas pour les combustibles "fossiles". Pour obtenir ce précieux hydrogène, plusieurs possibilités existent :

- l'extraire d'hydrocarbures (pétrole, gaz, charbon liquéfié), on parle alors de "reformage",
- le produire par électrolyse de l'eau, mais alors...il aura fallu produire de l'électricité pour électrolyser de l'eau afin d'avoir de l'hydrogène qui lui-même...produira de l'électricité dans une pile à combustible ,
- le produire par thermolyse de l'eau, c'est à dire que l'on décompose la molécule d'eau (composée d'oxygène et d'hydrogène) en la portant à très haute température. Il faut bien sur aussi de l'énergie disponible sous une autre forme pour faire cela.

Pour les voitures, la seule solution envisagée pour une commercialisation dans un avenir pas trop lointain est l'extraction d'hydrogène à partir d'hydrocarbures. Le processus consiste à prendre du gaz naturel ou un autre combustible contenant de l'hydrogène (notamment du méthanol, CH₃OH), et à le chauffer très fort. La molécule se "casse" ; le carbone est oxydé en gaz carbonique (et généralement part dans l'air) et l'hydrogène est récupéré.

Comme d'une part l'énergie utilisée pour chauffer est généralement de l'énergie fossile, et d'autre part que le carbone libéré par la réaction concourt aussi à des émissions de CO₂, il en résulte que cette production d'hydrogène n'est pas vraiment "propre". A cause des émissions liées à la production, mais aussi au stockage et au transport, les émissions d'un bout à l'autre de la chaîne, que l'on appelle encore "du puits à la roue", c'est à dire qui tiennent compte de tout ce qui se passe entre le premier processus qui est nécessaire et le dernier qui l'est, les émissions par km de la pile à combustible sont sensiblement les mêmes (pour une même puissance de moteur, bien sûr !) que pour la combustion classique avec les technologies récentes (par ex. le HDI), et supérieures à celles d'un moteur hybride HDI.

Cela ne veut pas dire que le moteur à explosion représente une solution parfaite mais substituer aux moteurs classiques des piles à combustible à hydrocarbures, toutes choses égales par ailleurs, ne permet que de gagner sur la pollution locale (NO_x, CO, hydrocarbures aromatiques, particules, etc.) et un peu sur le rendement, mais c'est tout. (...)

La seule manière de rendre l'affaire non polluante y compris en ce qui concerne le CO₂ est de faire fonctionner la pile à combustible avec de l'hydrogène lui-même obtenu sans recourir aux hydrocarbures. Les possibilités sont les suivantes :

- l'électrolyse ou la thermolyse de l'eau réalisée avec de l'énergie d'origine hydroélectrique, nucléaire, solaire, éolienne ou biomasse replantée,
- la production d'hydrogène par des bactéries génétiquement modifiées. (...)

La pile à combustible nécessite actuellement pour sa fabrication des métaux rares, par exemple du platine (catalyseur), pour lequel un seul pays assure 70% de la production mondiale : l'Afrique du Sud. Cette production mondiale a totalisé 5.860.000 onces en 2001 (une once = 28,35 grammes), soit 166 tonnes environ. Aujourd'hui il faut environ 100 grammes de platine pour faire une pile à combustible de voiture, mais nous allons nous placer dans le cas de figure où seuls 30 grammes par pile seraient nécessaires, ce qui représente la possibilité ultime aujourd'hui espérée. La production mondiale de platine permettra alors de fabriquer 5 millions de voitures par an.

Il faudrait donc 120 ans pour transformer le parc actuel (600 millions de voitures), et 600 ans pour y convertir un parc mondial passé de 600 millions de voitures à 3 milliards, nombre qui sera atteint si le monde entier connaît le même taux de motorisation que la France en l'an 2000.

Texte extrait du site de site Jean-Marc JANCOVICI, Ingénieur Conseil <http://www.manicore.com/>