

Le stockage de l'énergie électrique

Préambule :

Les articles présentés ci-dessous sont le résumé de conférences organisées aux Arts&Métiers en décembre 2003 et mars 2004 par les groupes professionnels des Arts&Métiers, d'Intermines, d'ETP et de Supélec.

La problématique du stockage et de la production délocalisée de l'énergie

Michel MEUNIER (Supélec)

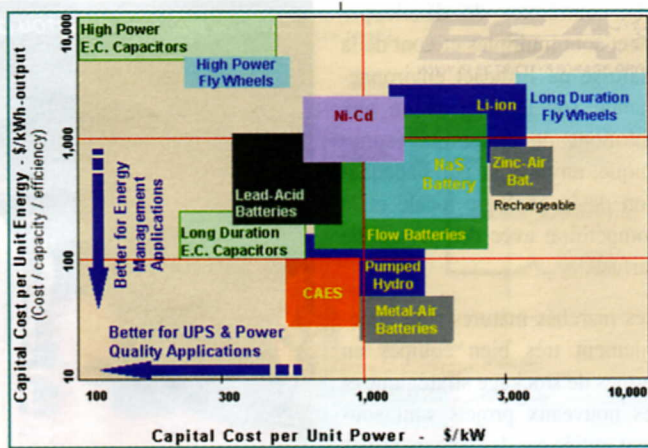
L'électricité est un vecteur énergétique très pratique mais présente l'inconvénient d'être difficile à stocker. Or ce besoin de stockage croît avec le marché de l'autonomie très étendu et celui du réseau de distribution. Jusqu'à aujourd'hui, la distribution de l'électricité suivait

une logique de service public. Cependant, avec la construction de l'Europe, l'énergie électrique est considérée comme un produit manufacturé qui peut circuler librement dans la communauté. Ainsi chacun a le droit de produire de l'énergie électrique acheminée jusqu'au client à travers un sys-

ème de transport qui fonctionne comme un service public. Ce nouveau système n'est pas optimisé dans son ensemble et chaque acteur fonctionne de façon complètement indépendante en essayant de maximiser son profit. Le côté atypique de ce marché est marqué par la lenteur des retours sur investissement et la durée de vie longue des ouvrages. De plus, personne ne peut y intervenir en ignorant les collectivités locales. Cependant ce marché est ouvert et l'ambition serait d'acheter aux heures creuses et vendre aux heures pleines... Il faudrait ainsi stocker. Le stockage sur le réseau public pourrait être intéressant à deux niveaux : sur le réseau local pour optimiser son dimensionnement et pour le grand transport européen qui pourrait être ainsi décongestionné.

Les procédés de stockage

- ⇒ **L'énergie potentielle** : les barrages dont l'investissement est important.
- ⇒ **L'énergie thermique** : emmagasinage de chaleur au moyen d'une enceinte calorifugée ou sous forme géologique. La récupération d'énergie permet un rendement de stockage de 90%.
- ⇒ **Les fluides comprimés** : la vapeur d'eau est stockée dans une couche profonde fissurée.
- ⇒ **L'énergie magnétique** : ce principe nécessite des bobines toroïdales d'un volume considérable.
- ⇒ **Les batteries et piles** : les meilleurs éléments sont le lithium et le fluor. Le dimensionnement est fait en fonction de la puissance et de l'énergie. Pour la puissance, la surface des électrodes importe. L'énergie stockée est proportionnelle à la quantité de matière



contenue dans le système. Il existe ainsi une quantité de technologies (nickel-cadmium...) qui sont très performantes mais pour de petits systèmes. Les batteries au lithium sont utilisées dans les téléphones portables... Les batteries métal-air se rechargent mal car le métal est corrodé très rapidement mais leur énergie spécifique est intéressante. La zebra (sodium/chlorure de nickel) à haute température (400°C) est prometteuse.

- ⇒ **Le stockage mécanique** : les volants d'inertie. La puissance disponible est importante mais la procédure de récupération de l'énergie n'est pas simple. Les pertes sont évitées en les plaçant dans une enceinte à vide.
- ⇒ **Les piles à combustible**
- ⇒ **Les supercondensateurs.** ■

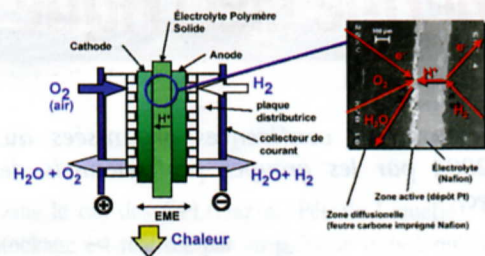
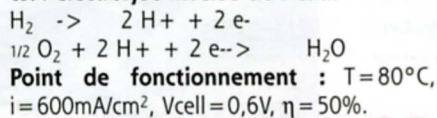
Le stockage de l'énergie électrique

Les piles à combustible et l'hydrogène...

Pierre SERRE COMBE
CEA Grenoble

Fonctionnement de la pile

Elle est constituée d'une anode et d'une cathode mais les réactifs (hydrogène et oxygène) sont alimentés en continu. La réaction est **l'électrolyse inverse de l'eau**.



Les rendements de conversion sont de l'ordre de 50% mais les différents composants périphériques nécessaires (compresseur, système de contrôle, échangeurs de chaleur, système de reformage : désulfuration,

reformeur, échangeur, purification des gaz) ont une consommation qui les baisse à 40%. Différents phénomènes font chuter le rendement :

- l'énergie d'activation : minimum d'énergie nécessaire avant de pouvoir produire un premier électron. Elle est liée à la structure, aux matériaux et au catalyseur utilisés. Elle fait chuter le rendement de 30%.
- la résistance interne : plus on produit de courant et plus la tension chute. Ceci est lié à la capacité des matériaux à conduire les électrons ou les protons.
- phénomène thermohydraulique : la quantité d'eau produite va limiter le fonctionnement car elle va empêcher la diffusion des gaz. C'est la limitation par la diffusion et le noyage.

La pile à combustible, convertisseur d'énergie, pourrait être une solution pour le stockage de l'hydrogène. Le paysage énergétique français est atypique car c'est essentiellement le transport qui apporte sa contribution aux gaz à effets de serre et 54% de la consommation nationale provient de l'énergie fossile. Mais le problème de l'énergie est fondamental dans nos économies avec le besoin de maintenir la sécurité d'approvisionnement, de disposer d'une indépendance industrielle et de respecter l'environnement. D'après le rapport Charpin, les besoins en électricité ont été multipliés par 12 en 40 ans alors que, toute énergie confondue, les besoins ont été multipliés par 4. Les nouvelles normes dans l'automobile vont nécessiter des générateurs électriques de plus en plus puissants (4 à 5 kW et bientôt 10 kW). Selon des experts européens, et malgré les peurs, l'hydrogène est une solution. Ce vecteur énergétique chimique peut être produit par différents moyens, est transportable, stockable et convertible en électricité. Ce peut être aussi une assistance pour les énergies intermittentes telles que l'éolien ou le solaire. La pile à combustible ne peut se développer sans la filière hydrogène et inversement.

Moyens de production

Ils sont plus ou moins polluants selon qu'on utilise le pétrole, la biomasse, l'électrolyse ou les centrales

