

Piles à combustible : principes et quelques effets non linéaires

Pascal Brault

Groupe de Recherches sur l'Energétique des Milieux Ionisés, UMR6606 CNRS-Université d'Orléans BP 6744,
45067 Orléans Cedex 2, France

`Pascal.Brault@univ-orleans.fr`

La pile à combustibles est un convertisseur d'énergie chimique en énergie électrique (c'est un générateur de courant) qui attire de nouveau l'attention compte tenu de ses rendements élevés (95%) et de sa dite "propreté". Les applications sont très variées et concernent les domaines nomades (téléphonie mobile, ordinateur portable, auxiliaires de puissance, ...), le stationnaire (électricité et chauffage urbains, groupe de secours de grande puissance, ...), les transports (flotte captive, autobus, véhicule personnel, bateau, avion, ...). Le principe de base est un système à trois éléments : une anode (catalysée), un électrolyte, et une cathode (catalysée). Les électrodes sont le siège de la production et de la circulation de courant et l'électrolyte du transport des ions. Si le combustible est de l'hydrogène (mais ce n'est pas obligatoire), on a l'une ou l'autre des réactions,

A l'anode : $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ (électrolyte acide) ou bien $H_2 + 2OH^- \rightarrow 2H_2O + 2e^-$ (électrolyte alcalin)

A la cathode : $O_2 + H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$ ou bien $\frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$. la réaction globale est alors :
 $H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O + \text{électricité} + \text{chaleur}$

Il y a un regain d'activités autour des piles actuellement, et un effort particulier pour la réduction des coûts de fabrication pour envisager une industrialisation. De plus, le développement des piles est indissociable de la problématique de la fabrication, du stockage et de la distribution de l'hydrogène.

Les enjeux scientifiques et technologiques concernent l'optimisation des composants et leur utilisation. C'est dans ce contexte que des effets non-linéaires peuvent exister. Les plaques bipolaires servent à la fois de collecteurs de courant et d'homogénéiseur des gaz (H_2 et O_2). Les différences de flux de ces gaz dans l'électrode peuvent induire des différences de réactivité et donc de température, ce qui est néfaste pour le fonctionnement de la pile. Le transport des espèces dans les électrodes poreuses est aussi un facteur limitant, en particulier la tortuosité semble jouer un rôle. La résistance électrique de l'électrolyte joue un rôle important dans le transport ionique, lequel dépend aussi de la porosité aux échelles pertinentes. La bonne gestion de l'eau, dont l'évacuation, permet d'éviter le noyage des électrodes. En conclusion le développement des piles à combustible génère des études très fondamentales visant à résoudre de beaux problèmes de microfluidique, de nanothermique, de transport anormal dans les poreux désordonnés. Soit autant de sources potentielles de non-linéarités à étudier...