

## PILES À COMBUSTIBLE



**Eric BRESSOT-PERRIN**  
(E97)

Attaché scientifique à  
l'Ambassade de France  
à Ottawa (Canada)

Energy Ventures Inc. (EVI) est une entreprise canadienne impliquée dans la recherche et le développement de technologies utilisées dans la fabrication de piles à combustible et de piles rechargeables. Elle possède des brevets sur des technologies liées aux piles à combustible à méthanol direct (DMFC) et aux piles rechargeables lithium / ion, nickel / zinc, zinc / carbone.

Elle a été créée en 1996 par Wayne Hartford qui est son actuel président. Après s'être intéressé aux piles rechargeables et aux piles à combustible alcalines, elle s'est orientée vers le développement des DMFC à partir de 1997. Elle concentre actuellement son activité sur la commercialisation de sa DMFC, comme le montre sa récente expansion à Calgary. Son activité a évolué de la pure R&D au développement, à caractère plus appliqué.

## La pile à combustible à méthanol direct chez un constructeur canadien

Cet article a été réalisé après un entretien avec Stephen Yovetich, Assistant General Manager chez Energy Ventures Inc (EVI). Il présente à la fois l'entreprise et la technologie développée : la pile à méthanol directe équipée d'un électrolyte liquide, et de ses applications.

Visitez <http://www.energyvi.com/>

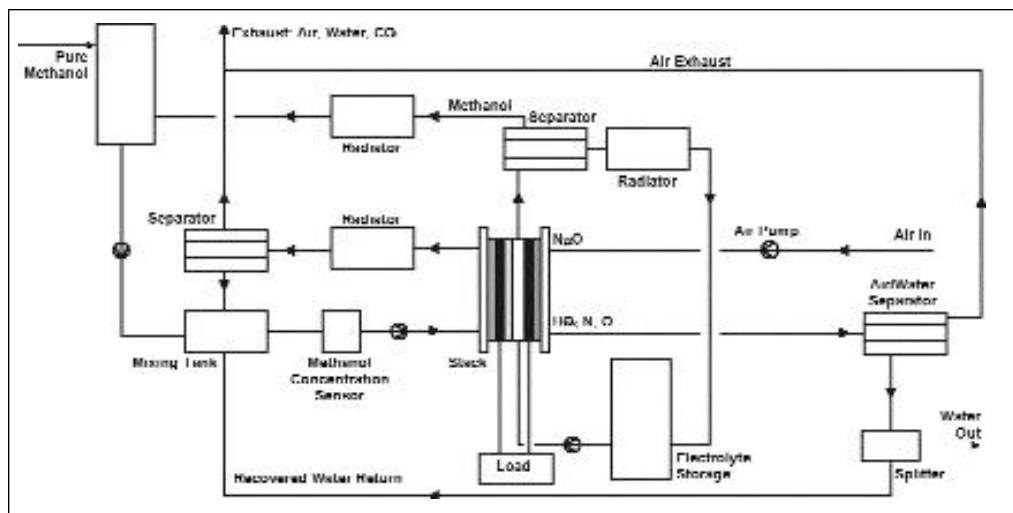
### Quelles sont les caractéristiques de la pile DMFC développée par l'entreprise?

La DMFC est basée sur le principe d'électro-oxydation d'une solution aqueuse de méthanol sans reformage du carburant. La réaction d'oxydation du méthanol est catalysée par un mélange de platine et de ruthénium au niveau de l'anode et la réduction du dioxygène de l'air par du platine à la cathode. Des améliorations significatives en matière de densité de puissance, de rendement et de durée de vie ont été réalisées au niveau de la cellule et du cœur de pile au cours des dernières années. Ces avancées dans les performances de la DMFC sont suffisantes pour envisager le développement du système complet qui devrait être compétitif avec les systèmes actuels de pile à combustible à membrane échangeuse de proton. Ces améliorations sont dues à un perfectionnement des techniques de fabrication du couple membrane-électro-

de, à une plus grande activité des catalyseurs et à une optimisation des structures des électrodes.

#### Le cœur de pile

La DMFC (pile à méthanol direct) a toujours souffert d'un rendement faible à cause du phénomène communément appelé "cross-over", qui correspond à la fuite de méthanol à travers la membrane, puis à la réaction directe de ce méthanol avec l'oxygène à la cathode sans fournir de courant. En décembre 1999, EVI a déposé un brevet sur une technologie qui élimine le cross-over (CA 02290302 1999-11-23). L'électrolyte (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) circule à l'intérieur d'une matrice. Le méthanol qui a échappé à l'anode est évacué avec l'électrolyte et récupéré par condensation. Ainsi, le gradient de méthanol n'a pas le temps de se former et le méthanol n'est pas perdu au niveau de la cathode. La réduction du phénomène de cross-over permet à la pile de travailler dans de meilleures conditions : concentration en méthanol du liquide entrant et



Principe de la pile à méthanol direct avec un électrolyte acide liquide à 70°C

température plus élevées (1 mol/L et 90°C).

Les électrolytes circulants offrent aussi la possibilité d'arrêter la pile à combustible. Les autres systèmes qui fonctionnent par intermittence sont sensibles aux périodes de ralenti sans charge électrique : cela réduit leur durée de vie. Pendant les longues périodes d'arrêt, il y a la possibilité de changer l'électrolyte ou d'effectuer un travail de maintenance. Souvent, une réactivation du catalyseur a lieu. On peut ainsi réduire la quantité de catalyseur et par la même occasion le coût du système, tout en gardant une durée de vie raisonnable. La circulation de l'électrolyte permet enfin le contrôle des concentrations en espèces chimiques, du pH, de l'humidité et de la température dans le cœur de pile. Les débits de circulation ayant été réduits, la membrane a moins tendance à se noyer ou à s'assécher.

### Le système DMFC

Les performances globales du système, son poids et son volume dépendent des caractéristiques de plusieurs sous-systèmes et de leurs interactions. Ainsi, des améliorations au niveau du cœur de pile doivent être accompagnées par l'amélioration des autres composants du système.

Le système comprend les boucles de circulation du méthanol et de l'oxygène. Le méthanol pur est dilué dans de l'eau grâce à un mélangeur. Du CO<sub>2</sub> est rejeté au niveau de l'anode et prélevé du flux de carburant grâce à un séparateur gaz/liquide. L'air est amené au cœur de pile grâce à un compresseur. Après réaction, il passe à travers un condenseur qui sert à récupérer l'eau et à éliminer la chaleur excessive. Une partie de l'eau récupérée peut être utilisée pour alimenter la boucle de circulation de méthanol et humidifier la membrane. Une évacuation de la chaleur excessive peut aussi être effectuée au niveau d'un échangeur de chaleur dans la boucle de circulation du méthanol. Ainsi, le cœur de pile peut bénéficier d'une température uniforme et constante. On ajoute un ensemble des capteurs, en particulier de méthanol, pour la bonne gestion du sys-



crédits : [www.daimlerchrysler.com](http://www.daimlerchrysler.com)  
La Nocar 5 de Daimler Chrysler fonctionne au méthanol.  
Le méthanol est reformé avant d'entrer dans le cœur de pile.

tème. Les travaux de recherche sur ces capteurs ont permis d'obtenir une plus grande précision, un temps de réponse plus court et une durée de vie semblable à celle du cœur de pile. On obtient un système à basse énergie avec un rendement global élevé.

EVI concentre actuellement ses efforts sur l'élimination de la membrane et la réduction de la quantité de catalyseur dans les électrodes.

### Quelles sont les applications envisagées ?

La DMFC est considérée comme un système à émission de gaz à effet de serre nulle (ZEV) par la réglementation nord américaine, bien qu'elle produise du CO<sub>2</sub>. La première pile produite aura une puissance de 300W et servira de générateur d'électricité auxiliaire sur une application militaire. Ses clients auront en main un premier produit à partir de 2002 auquel ils pourront s'habituer. Ce produit sera fabriqué avec des pièces déjà disponibles sur le marché, aura donc un coût réduit et une large marge de progression. A partir de ce produit, elle s'intéresse à produire un système de 3 kW et des micro-piles à combustible.

Dans le domaine des transports, elle oriente le développement de sa technologie DMFC vers le marché des petits véhicules (voitures de golf, motos) et des systèmes hybrides, le but ultime étant le remplacement du moteur à combustion interne. Elle considère que la technologie DMFC, alimentée au méthanol, bénéficie d'un accès relativement facile au marché automobile : les infrastructures déjà présentes sont réutilisables.

Un autre projet : la fabrication d'une pile stationnaire pour alimenter en électricité un village africain. Le méthanol serait produit à partir de la biomasse environnante.

### Quels sont les avantages et les inconvénients du méthanol ?

Le méthanol est un alcool simple que l'on trouve dans un grand nombre de produits de tous les jours tels les plastiques recyclables, la plupart des matériaux extensibles et le liquide pour laver les pare-brises. L'utilisation la plus importante du méthanol se fait dans l'élaboration de l'éther méthyl ter-butylique (MTBE), un additif de l'essence. En fait, le méthanol est le seul carburant utilisé par les coureurs automobiles à Indianapolis en raison de ses propriétés et

de ses caractéristiques sécuritaires.

Actuellement, le méthanol est produit surtout à partir du gaz naturel, bien que ce dernier puisse être remplacé par du pétrole brut, du charbon ou des ressources renouvelables telles le bois et les déchets municipaux solides.

Un des plus grands inconvénients au niveau de la sécurité pour le méthanol est sa flamme invisible à la lumière du jour. Cependant, le méthanol a une volatilité inférieure à celle de l'essence et ne libère qu'un huitième de la chaleur de combustion de l'essence. Le méthanol est très corrosif avec les matériaux employés dans la distribution des produits dérivés du pétrole tels l'aluminium et les composants en caoutchouc. Le méthanol est essentiellement transporté par camion et stocké dans des cuves d'acier inoxydable, d'acier semi-dur ou de fibre de verre. Malgré cela, certains spécialistes estiment que le méthanol pourrait emprunter l'infrastructure déjà en place pour l'essence et le diesel avec seulement quelques modifications pour un coût réduit.

Le méthanol est une neurotoxine qui, même ingérée à faibles doses, produit des effets irréversibles. Une exposition excessive aux vapeurs de méthanol ou un contact avec la peau peuvent provoquer chez l'être humain la cécité, voire la mort. De plus, le méthanol est miscible dans l'eau. Il est donc essentiel qu'aucun contact ne se produise avec l'eau durant la phase de distribution du carburant, toute fuite importante pouvant provoquer une contamination de nappe souterraine indécélable (pas de goût, pas d'odeur, pas de couleur). Cependant, une telle fuite serait rapidement dispersée dans l'eau et dans l'air, ce qui aurait un effet limité sur l'environnement.

Le méthanol est liquide dans les conditions normales de température et de pression. Il a donc une densité énergétique bien supérieure à celle de l'hydrogène sous forme gazeuse et ne nécessite aucun système de stockage lourd, encombrant et gourmand en énergie pour une utilisation dans les transports. De plus, son haut ratio H / C et sa température de combustion relativement peu élevée en fait un bon candidat pour alimenter les piles à combustible. Cependant, le méthanol est beaucoup moins réactif que l'hydrogène. Il est donc nécessaire d'utiliser une grande quantité de catalyseur.

Pour plus d'informations sur l'avenir du méthanol-carburant, visitez [www.methanol.org](http://www.methanol.org) et [www.methanex.com](http://www.methanex.com)