

**Les nouvelles tendances dans le secteur énergétique:
les piles à combustible, les achats regroupés
et les compteurs pré-paiement**

Martin Poirier

Septembre 2000

POUR JOINDRE L'IRIS

**Courriel : secretariat@iris-recherche.qc.ca
Site Internet : <http://www.iris-recherche.qc.ca>**

**Adresse postale :
3644 boul. Saint-Laurent
B.P. #21 535
Montréal, Québec,
H2X 3Z1**

**ISBN 2-923011-03-1
Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Québec, 2002
Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Canada, 2002**

**Cette étude a été commandée et financée par
Action Réseau Consommateur.**

***Les nouvelles tendances dans le secteur énergétique:
les piles à combustible, les achats regroupés
et les compteurs pré-paiement***

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	3
LES PILES À COMBUSTIBLE	3
LES ACHATS REGROUPÉS	4
LES COMPTEURS PRÉ-PAIEMENT	5
INTRODUCTION	7
CHAPITRE UN : LES PILES À COMBUSTIBLE	8
DESCRIPTION	8
ÉTAT DE LA SITUATION	9
IMPACTS POUR LES CONSOMMATEURS.....	10
AUTRES IMPACTS	11
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	12
CHAPITRE DEUX : LES ACHATS REGROUPÉS	14
DESCRIPTION	14
ÉTAT DE LA SITUATION ET IMPACTS POUR LES CONSOMMATEURS	14
CONNAISSANCES TECHNIQUES NÉCESSAIRES	15
VALEUR ABSOLUE DES ACHATS	16
REGROUPEMENTS AUTOMATIQUES.....	17
TAILLE MINIMALE NÉCESSAIRE	17
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	17
CHAPITRE TROIS : LES COMPTEURS PRÉ-PAIEMENT	19
DESCRIPTION	19
ÉTAT DE LA SITUATION	20
IMPACTS DES COMPTEURS PRÉ-PAIEMENT	20
IMPLANTATION DES COMPTEURS PRÉ-PAIEMENT	21
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	22
BIBLIOGRAPHIE	23
RÉFÉRENCES WWW	25
GLOSSAIRE	26

SOMMAIRE

LES PILES À COMBUSTIBLE

La pile à combustible utilise, comme une batterie ordinaire, un procédé électro-chimique pour produire de l'électricité. Cependant, contrairement à une batterie qui doit être rechargée ou jetée après avoir fourni une certaine quantité d'électricité, la pile à combustible fonctionne indéfiniment, tant qu'on la pourvoit en combustible.

Le principal avantage de la pile à combustible sur les procédés thermiques traditionnels est dû au fait qu'on utilise une réaction chimique, ce qui réduit de beaucoup les pertes d'énergie dans la transformation combustible/électricité.

Le nombre de piles à combustible actuellement en opération ne cesse de croître mais l'usage se limite pour l'instant au secteur commercial et institutionnel. Quelques entreprises offrent des piles à combustible pour le secteur résidentiel, mais il s'agit encore de prototypes aux coûts prohibitifs.

La technologie des piles à combustible peut être intéressante dans les provinces et états où le prix de l'électricité est élevé et où le gaz naturel est accessible et bon marché. L'introduction à large échelle de piles à combustible pourrait toutefois causer préjudice aux ménages qui, pour quelque raison que ce soit, ne pourraient profiter de cette technologie. En effet, les consommateurs qui s'alimenteront avec une pile à combustible n'assumeront plus leur part des coûts pour le réseau de transport et de distribution. Ces coûts seront répartis sur une base de plus en plus restreinte de consommateurs qui verront leur facture augmenter. Comme les piles à combustible feront une plus grande percée dans les états et les provinces où les coûts de l'électricité sont les plus élevés, le prix de l'électricité pourrait rapidement devenir prohibitif pour les ménages à faibles revenus. De plus, l'acheteur se trouverait à bénéficier d'un branchement sur le réseau pour les pointes et pour suppléer à la pile lorsqu'elle ne fonctionne pas, alors que les autres consommateurs paieraient indirectement en grande partie pour ce branchement.

Il faut faire attention à la publicité de certains producteurs de piles qui présentent cette filière comme énergie entièrement renouvelable et non-polluante. Même si la pile à combustible présente des avantages certains sur le plan environnemental par rapport à d'autres filières énergétiques comme la production au charbon et aux turbines à gaz, il ne faut pas oublier que la source d'hydrogène est encore un combustible fossile. De plus, s'il est vrai que la

production d'électricité à partir de l'hydrogène ne dégage que de l'eau, la production d'hydrogène avec du méthane produit, elle, du CO₂, un gaz à effet de serre.

LES ACHATS REGROUPÉS

Suite à la déréglementation du marché de détail de l'électricité, les consommateurs peuvent choisir la compagnie qui leur fournira l'électricité. Dans cette optique, les regroupements de petits acheteurs (notamment le secteur résidentiel) visent en théorie à équilibrer le pouvoir d'achat entre les différents acheteurs. Les regroupements ont également pour objectif d'améliorer le profil de consommation en regroupant des consommateurs aux profils différents. En regroupant par exemple des consommateurs résidentiels qui consomment peu le jour avec un consommateur industriel qui consomme beaucoup le jour, on obtient une consommation équilibrée et plus intéressante pour les fournisseurs éventuels, permettant ainsi d'obtenir un meilleur prix.

Pour différentes raisons, les consommateurs résidentiels sont toutefois peu enclins à se regrouper et à être actifs sur le marché de l'énergie afin de réduire leur facture d'électricité. Des intermédiaires (« **power marketers** » et « **aggregator** »), de même que des producteurs d'énergie concurrents, tenteront plutôt d'attirer des consommateurs pour leur propre profit par des moyens promotionnels et publicitaires traditionnels. Plusieurs facteurs peuvent expliquer le peu de concurrence du marché de détail pour le secteur résidentiel et le désavantage du résidentiel face au commercial et à l'industriel pour les achats regroupés et l'obtention d'économies.

Il existe aux États-Unis, principalement en Nouvelle-Angleterre et en Californie, des regroupements de toutes sortes. Le leadership dans ce domaine est toutefois assumé par les industriels, suivis des petites entreprises. Dans une moindre mesure, les organismes à but non lucratif, municipalités et consommateurs résidentiels se regroupent également.

Les regroupement seraient supposés balancer les impacts de la déréglementation et profiter aux petits consommateurs; dans les faits, ils risquent plutôt d'accentuer les écarts entre les petits et les gros consommateurs en faveur de ces derniers. En créant des méga-regroupements, les industriels réussissent typiquement à obtenir des rabais de 5% à 20% sur le prix de leur électricité. Dans la mesure où les producteurs d'électricité doivent recouvrer leurs coûts, ces baisses consenties aux industriels risquent de se répercuter défavorablement sur la facture des consommateurs résidentiels.

Le principe des achats regroupés n'est qu'un argument additionnel des défenseurs de la déréglementation pour faire accepter l'ouverture des marchés aux petits consommateurs. Les groupes de consommateurs devraient refuser la déréglementation du marché au détail, un

fournisseur d'énergie public et intégré demeurant la meilleure garantie d'un service équitable pour tous.

LES COMPTEURS PRÉ-PAIEMENT

Le compteur pré-paiement doit être alimenté au moyen d'une carte magnétique pour fournir de l'électricité¹ au ménage. L'utilisateur charge sa carte magnétique dans un point de vente (automatisé ou non) en échange de monnaie et transfère ensuite son crédit dans le compteur. Lorsque la réserve en monnaie contenue dans le compteur est épuisée, le courant est automatiquement coupé et le service ne reprend que lorsque l'utilisateur recharge à nouveau le compteur en crédit. Le principe général est donc que l'utilisateur doit payer à l'avance pour son énergie plutôt que de consommer de l'énergie et recevoir un compte par la suite.

Pour les entreprises, l'utilité du compteur pré-paiement n'est pas à démontrer. Le compteur pré-paiement améliore les entrées d'argent et élimine les créances douteuses en obligeant le consommateur à payer à l'avance le service qu'il utilisera. Les ménages en difficultés de paiement sont coupés automatiquement sans préavis (pas de recouvrement ni de négociation d'ententes de paiement pour les entreprises) et les coupures n'entrent plus dans les statistiques. C'est d'ailleurs principalement pour améliorer artificiellement leurs statistiques concernant les coupures de service que les compagnies d'électricité en Angleterre ont installé des compteurs pré-paiement suite à leur privatisation, à un moment où l'accès au service public était un enjeu politique important.

Dans certains cas, particulièrement dans les pays du Tiers-Monde mais également dans les pays développés, cet accès est gravement compromis. Pour ne donner qu'un exemple, des compteurs pré-paiement pour l'eau ont été installés près de Pretoria (Afrique du Sud) par la Rand Water, un des plus gros fournisseurs d'eau potable du pays. Suite à l'installation des compteurs, la consommation d'eau a chuté de 66%. Compte tenu du niveau des créances, les compteurs se sont payés en quatre mois seulement. Les avantages pour la population sont moins évidents.

Parmi les autres avantages des compteurs pour les entreprises, notons l'élimination des frais de déconnexion et de re-connexion de même que l'élimination de la lecture des compteurs. Les désavantages pour les consommateurs sont évidents: l'obligation de payer le service à l'avance et la coupure immédiate du service en cas de non-paiement. Les groupes de défense des consommateurs doivent réagir en informant correctement les consommateurs et

¹ Le compteur pré-paiement est aussi largement utilisé pour l'eau potable et le gaz naturel.

en les représentant au niveau politique et sur les organismes réglementaires afin de bloquer toute tentative d'introduction de ces compteurs.

L'avenue juridique peut également s'avérer intéressante; les compteurs pré-paiement vont probablement à l'encontre de la loi dans de nombreux états et provinces puisqu'ils violent l'obligation de desservir des utilités publiques et n'offrent pas assez de protection aux consommateurs contre les interruptions de courant inutiles.

INTRODUCTION

La présente étude a été réalisée à la demande d'Action Réseau Consommateur, un regroupement d'associations de consommateurs. L'objectif de l'étude est d'effectuer une recherche documentaire et analytique de trois nouvelles tendances dans le secteur de l'énergie, soit les piles à combustible, les achats regroupés et les compteurs pré-paiement, afin d'en identifier les avantages et inconvénients pour les consommateurs résidentiels. Les impacts environnementaux ont également été abordés lorsque pertinents.

Les informations colligées proviennent principalement de revues spécialisées en énergie et de sites Internet d'entreprises œuvrant dans ce secteur.

CHAPITRE UN : LES PILES À COMBUSTIBLE

DESCRIPTION

La pile à combustible utilise, comme une batterie ordinaire, un procédé électro-chimique pour produire de l'électricité. Cependant, contrairement à une batterie qui doit être rechargée ou jetée après avoir fourni une certaine quantité d'électricité, la pile à combustible fonctionne indéfiniment, tant qu'on la pourvoit en combustible.

La pile à hydrogène, la plus commune des piles utilisées, combine ainsi des molécules d'hydrogène (H_2) à des molécules d'oxygène (O_2) pour produire de l'eau (H_2O), de la chaleur et de l'électricité. L'hydrogène est fourni comme combustible à la pile alors que l'oxygène provient de l'air ambiant.

Le produit principal de cette réaction est l'électricité. La chaleur peut cependant être récupérée et utilisée (en cogénération) pour des usages tels la chauffe des locaux, la production d'eau chaude et des procédés industriels. La récupération de la chaleur produite permet évidemment d'augmenter l'efficacité du processus et de réduire les pertes d'énergie.

Le principal avantage de la pile à combustible sur les procédés thermiques traditionnels est dû au fait qu'on utilise une réaction chimique, ce qui réduit de beaucoup les pertes d'énergie dans la transformation combustible/électricité. En production d'électricité seulement, les piles à combustible obtiennent une efficacité dans la conversion combustible/électricité de 40% à 60% selon les modèles de piles et les conditions d'exploitation. En cogénération, l'efficacité peut atteindre jusqu'à 85%. Précisons que pour une production thermique classique, l'efficacité est d'environ 20%. La production d'électricité par pile à combustible est également silencieuse, sécuritaire et à toute fin pratique non polluante.

L'hydrogène utilisée comme combustible provient dans la plupart des cas de combustibles fossiles tels le gaz naturel (le plus couramment utilisé) et le gaz le propane, des émissions de sites d'enfouissement et d'autres gaz à haute teneur en méthane (CH_4). Le méthane est alors transformé en gaz à forte concentration d'hydrogène pour être utilisé dans la pile à combustible. Normalement, l'opération permettant d'extraire l'hydrogène du méthane est intégrée à la pile à combustible (« integrated fuel processing ») mais elle peut aussi en être séparée. L'hydrogène peut également provenir de sources renouvelables (biomasse, éolien, solaire, etc.)

ÉTAT DE LA SITUATION

Le principe de la pile à combustible est connu depuis 1842. Ce n'est toutefois qu'à partir des années 1960 que cette technologie fut pour la première fois utilisée lorsque General Electric développa une pile pour alimenter les capsules spatiales Gemini et Apollo en électricité. La technologie des piles s'est par la suite développée rapidement. À partir de l'année 1993, le Department of Defense (U.S.A.) a entrepris un programme pilote pour tester la technologie des piles à combustible sur ses installations. À compter de 1994, trente sites de l'armée, des forces navales, des forces aériennes et de la marine à travers les États-Unis ont reçu des unités. Cette même année, une étude évaluait qu'environ 300 unités avaient été ou étaient en exploitation dans 16 pays différents, pour une capacité totale de 45 MW.

Le développement de cette filière énergétique s'est poursuivi et le nombre de piles à combustible en opération ne cesse de croître. L'usage se limite toutefois pour l'instant au secteur commercial et institutionnel. Quelques entreprises offrent des piles à combustible pour le secteur résidentiel, mais il s'agit encore de prototypes aux coûts prohibitifs; Energy Partners (FL, U.S.A.), par exemple, offre depuis 1998 une unité de 5 kW pour 37 500 \$ U.S., soit 7 500 \$ par kW, alors que l'entreprise vise un coût de 600 \$ le kW pour pouvoir commercialiser le produit à large échelle.

La vente au résidentiel devrait toutefois survenir sous peu. Plug Power (NY, U.S.A.) et GE MicroGen (NY, U.S.A.), de même que la compagnie Avista Corp. (WA, U.S.A.), prévoient une commercialisation pour le résidentiel à compter de 2001. Ballard Power (C.B., Can.) développe actuellement une unité de 1 kW pour le Japon, en collaboration avec Tokyo Gas (Japon).

Sur le marché de l'Europe, Vaillant (Allemagne) prévoit débiter un projet pilote sur 400 unités résidentielles à la fin de 2001. Les ventes commerciales débiteront en 2003 et Vaillant compte vendre 100 000 unités par année d'ici 2010. La pile fournira 4,5 kW d'électricité et 35 kW de chaleur pour des blocs de 4 à 10 logements. D'autres compagnies, comme H Power (NJ, U.S.A.) et United Technologies Corp. (CT, U.S.A.), développent aussi des piles pour le résidentiel.

Des unités plus petites sont également en développement pour les uni-familiales. Une étude récente du Center for Energy and Environmental Studies (Université Princeton) émet toutefois des doutes quant à la rentabilité de systèmes de moins de 5 kW pour l'uni-familial². Il se peut

² *In High Oil Prices, Iceland Plans, Skepticism about Small Home PEMs Mark Annual NHA Meeting*, Hydrogen & Fuel Cell Letter, avril 2000.

donc fort bien que les piles à combustible soient confinées, dans un proche avenir, aux blocs multi-familiaux.

IMPACTS POUR LES CONSOMMATEURS

La technologie des piles à combustible peut être intéressante dans les provinces et états où le prix de l'électricité est élevé et où le gaz naturel est accessible et bon marché. Comme l'efficacité de la pile à combustible est supérieure à celle de la production thermique classique et que le consommateur qui produit sa propre électricité n'a pas à assumer les coûts de transport et de distribution, l'achat d'une pile à combustible peut s'avérer un bon investissement. Selon le Department of Energy des États-Unis, les piles à combustible utilisées par les secteurs commercial et institutionnel permettent des économies de 20% à 45% par rapport au coût de l'électricité des services publics conventionnels (U.S. Department of Energy, 1995).

Les piles à combustible servent également de génératrice en cas de panne sur le réseau d'électricité. Comme ces piles sont fiables (à plus de 90%) et peuvent fonctionner sur une longue durée, un consommateur qui possède une pile et qui est également branché sur le réseau d'électricité peut obtenir un service fiable à 99.99%.

Puisqu'elles ne requièrent pas d'infrastructures de transport et de distribution, les piles à combustible peuvent s'avérer particulièrement intéressantes pour les réseaux et villages isolés pour remplacer des génératrices au mazout, par exemple. Pour les mêmes raisons, les régions de pays en développement qui n'ont pas encore d'infrastructures de transport et de distribution pourraient éviter ces coûteux équipements en s'alimentant avec des piles à combustible.

L'introduction à large échelle de piles à combustible pourrait toutefois causer préjudice aux ménages qui, pour quelque raison que ce soit, ne pourraient profiter de cette technologie. En effet, les consommateurs qui s'alimenteront avec une pile à combustible n'assumeront plus leur part des coûts pour le réseau de transport et de distribution. Ces coûts seront répartis sur une base de plus en plus restreinte de consommateurs qui verront leur facture augmenter. Comme les piles à combustible feront une plus grande percée dans les états et les provinces où les coûts de l'électricité sont les plus élevés, le prix de l'électricité pourrait rapidement devenir prohibitif pour les ménages à faibles revenus. De plus, l'acheteur se trouverait à bénéficier d'un branchement sur le réseau pour les pointes et pour suppléer à la pile lorsqu'elle ne fonctionne pas, alors que les autres consommateurs paieraient indirectement en grande partie pour ce branchement.

On pourrait régler le problème en augmentant la portion fixe de la facture mensuelle et en diminuant la portion variable. Cela aurait toutefois pour effet pervers de décourager les mesures d'efficacité énergétique en diminuant le prix des derniers kilowattheures achetés. Une autre solution, beaucoup plus intéressante selon nous, serait d'imposer une taxe spéciale sur l'achat des piles à combustible et de la verser à la compagnie locale d'électricité afin de radier les actifs de transport et de distribution dont le remboursement ne sera plus assuré par les ventes d'électricité. Cette mesure permettrait d'introduire en grand nombre des piles à combustible sur un principe de neutralité tarifaire.

Il faut souligner qu'une telle mesure va complètement à l'encontre de la politique appliquée par le gouvernement américain, qui est actuellement de subventionner 1 000 \$ le kW (environ 30% du prix d'achat) d'une pile à combustible en offrant un rabais à l'acheteur. D'autres pays dont le Canada, l'Allemagne et le Japon investissent aussi des fonds publics importants dans le développement des piles à combustible. Il faut dire que ces mesures ont pour objectif d'encourager la production à grande échelle et de pallier les coûts actuellement prohibitifs; les rabais devraient disparaître dès que la pile sera commercialisée à grande échelle.

AUTRES IMPACTS

Il faut faire attention à la publicité de certaines entreprises qui produisent des piles à combustible et présentent cette filière comme énergie entièrement renouvelable et non-polluante. Même si la pile à combustible présente des avantages certains sur le plan environnemental par rapport à d'autres filières énergétiques comme la production au charbon et aux turbines à gaz, il ne faut pas oublier que la source d'hydrogène est encore dans bien des cas un combustible fossile à haute teneur de méthane. De plus, s'il est vrai que la production d'électricité à partir de l'hydrogène ne dégage que de l'eau, la production d'hydrogène avec du méthane produit, elle, du CO₂.

Les piles à combustible qui utilisent du gaz naturel peuvent s'avérer intéressantes sur le plan environnemental pour remplacer de l'électricité en provenance de centrales thermiques. Comme les piles sont hautement efficaces en comparaison des turbines au gaz, elles utilisent moins de combustible fossile et dégagent moins de gaz à effet de serre. Il est clair cependant que des filières comme le solaire ou l'éolien sont, à cet égard, préférables aux piles à combustible.

Il est possible de produire de l'hydrogène par électrolyse en utilisant des sources d'énergie renouvelables. Par exemple, on peut produire de l'électricité avec des panneaux solaires et utiliser cette électricité pour produire l'hydrogène, puis utiliser l'hydrogène pour produire à nouveau de l'électricité. Dans ce cas, l'hydrogène ne sert qu'à emmagasiner et transporter

l'énergie produite. L'Allemagne, entre autres, a étudié la possibilité de produire de l'hydrogène au Québec (hydroélectricité) et au Maroc (solaire) puis de transporter cet hydrogène en Europe. Comme il y a perte d'efficacité lors de la conversion électricité-hydrogène-électricité, il est nettement préférable d'utiliser directement l'électricité produite par la filière renouvelable si cela est possible. La production d'hydrogène par électrolyse ne devrait être envisagée que pour les pays pauvres en potentiel solaire et éolien, de même que pour fournir les véhicules qui utilisent l'hydrogène comme carburant.

Finalement, il est possible de produire de l'hydrogène directement par un processus renouvelable. On peut par exemple utiliser de la biomasse pour produire de l'hydrogène par un procédé de fermentation, ou encore utiliser des micro-organismes qui peuvent produire de l'hydrogène sous certaines conditions; on peut donc véritablement parler dans ce cas d'énergie de source renouvelable. Ces procédés sont encore à un stade expérimental et il est difficile de dire s'ils pourront être déployés à large échelle dans le futur. Pour l'instant, le gaz naturel et autres combustibles fossiles demeureront les sources privilégiées d'hydrogène tant en Amérique du nord qu'en Europe.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La pile à combustible s'avère intéressante pour remplacer la production au charbon et au gaz naturel; il s'agit d'une technologie moins polluante, moins exigeante en combustibles fossiles non-renouvelables et potentiellement moins coûteuse. Les consommateurs et les organismes de réglementation doivent cependant être vigilants quant aux impacts négatifs sur les tarifs de transport et de distribution d'électricité pour les non-utilisateurs de piles advenant un déploiement à large échelle de cette technologie. Suite à une phase de réduction des coûts de production des piles par économies d'échelle, il serait recommandé d'imposer une taxe spéciale sur les piles pour radier des éléments d'actif des compagnies de distribution dans un objectif de neutralité tarifaire. La présente étude ne suggère, à cet égard, que quelques pistes de réflexion qu'il conviendrait sans doute d'explorer davantage.

Sur le plan environnemental, la pile à hydrogène ne devrait pas être considérée comme une source d'énergie renouvelable même si elle présente des avantages par rapport aux turbines à gaz, sauf dans le cas de l'hydrogène produite directement par un processus renouvelable comme la biomasse et l'utilisation de micro-organismes. Ce ne sont que ces dernières sources d'hydrogène qui devraient bénéficier des incitatifs fiscaux liés aux énergies vertes³.

³ Pour la production d'hydrogène par électrolyse avec de l'électricité de source renouvelable, il ne devrait pas y avoir d'incitatifs spéciaux puisque la source d'électricité (solaire, éolien, etc.) bénéficie déjà de tels incitatifs.

Ces incitatifs devraient être appliqués à la production d'hydrogène comme telle et non à la production d'électricité par piles à combustible.

CHAPITRE DEUX : LES ACHATS REGROUPÉS

DESCRIPTION

Suite à la déréglementation du marché de détail de l'électricité, les consommateurs peuvent choisir la compagnie qui leur fournira l'électricité. Dans cette optique, les regroupements de petits acheteurs (notamment le secteur résidentiel) visent en théorie à équilibrer le pouvoir d'achat entre les différents acheteurs.

Les regroupements ont également pour objectif d'améliorer le profil de consommation en regroupant des consommateurs aux profils différents. En regroupant par exemple des consommateurs résidentiels qui consomment peu le jour avec un consommateur industriel qui consomme beaucoup le jour, on obtient une consommation équilibrée et plus intéressante pour les fournisseurs éventuels, permettant ainsi d'obtenir un meilleur prix.

Un regroupement peut prendre plusieurs formes. Il peut s'agir d'une coopérative d'achat ou d'une autre forme de regroupement initiée par les acheteurs, avec l'aide ou non d'un consultant. Il peut également s'agir d'un regroupement initié par un intermédiaire (« *aggregator* » ou « *power marketers* ») pour son profit. Finalement, des entreprises opérant différents sites (usines, bureaux, franchises, etc.) peuvent regrouper la consommation d'électricité de ces sites.

ÉTAT DE LA SITUATION ET IMPACTS POUR LES CONSOMMATEURS

Pour qu'un marché de l'électricité soit concurrentiel, il faut qu'un minimum de consommateurs changent de fournisseur suite à la déréglementation. L'expérience nous montre que la déréglementation de l'électricité introduit un marché compétitif pour les secteurs industriel et commercial, mais pas nécessairement pour le secteur résidentiel. En Angleterre, par exemple, moins de 10% des consommateurs résidentiels ont changé de fournisseur d'électricité même si le marché est déréglementé depuis plusieurs années (Webb, 1999). En comparaison, plus de 50% des grands consommateurs commerciaux ont changé de fournisseur depuis la déréglementation en Grande-Bretagne. Comme le fait de se regrouper pour effectuer des achats est généralement plus exigeant en termes d'énergie et de temps que le simple fait de changer de fournisseur, on peut supposer que le nombre de consommateurs résidentiels qui se regroupent en Grande-Bretagne est marginal. Selon Peter Bachsleitner, président de Raab Karcher Energy Services, les déréglementations en Angleterre, en Nouvelle-Zélande et en Norvège ont profité aux plus gros consommateurs

industriels et commerciaux, alors que les petits consommateurs ont gagné en flexibilité sans que cela se traduise nécessairement en économies (Evans, 1998).

C'est également la tendance qui semble se dégager aux États-Unis. Selon une recherche de Datamonitor Consulting Group (New-York), 59% des grands consommateurs commerciaux et industriels des États-Unis avaient déjà contacté des fournisseurs d'électricité concurrents à leurs utilités publiques (Koch, 1998). Ce n'est manifestement pas le cas pour le secteur résidentiel; Ed Tirello, analyste pour Alex Brown (New-York), prévoit que les fournisseurs d'électricité seront chanceux d'arracher 20% des consommateurs résidentiels à leur utilité publique (Kemezis, 1998). Nos recherches montrent également qu'il existe somme toute peu d'exemples d'achats regroupés pour le secteur résidentiel mais beaucoup de regroupements d'industriels et de consommateurs du secteur commercial.

Pour différentes raisons que nous exposerons, les consommateurs résidentiels sont peu enclins à se regrouper et à être actifs sur le marché de l'énergie afin de réduire leur facture d'électricité. Des intermédiaires (« **power marketers** » et « **aggregator** »), de même que des producteurs d'énergie concurrents, tenteront plutôt d'attirer des consommateurs pour leur propre profit par des moyens promotionnels et publicitaires traditionnels. C'est ce qui se dégage clairement de l'expérience pilote réalisée au New Hampshire en 1996. PSNH Energy a envoyé un chèque de 25\$ par la poste indiquant que le chèque pourrait être déposé lorsque le récipiendaire aurait signé avec la compagnie. Enron Power Marketing a offert un crédit de 50\$. Quant à Unitil Resources, une loterie fut organisée parmi les nouveaux clients pour offrir à dix gagnants de l'électricité gratuitement durant deux ans. D'autres ont organisé des « foires de l'énergie » ou se sont payé des commerciaux à la télévision (Kemezis, 1996).

Plusieurs facteurs peuvent expliquer le peu de concurrence du marché de détail pour le secteur résidentiel et le désavantage du résidentiel face au commercial et à l'industriel pour les achats regroupés et l'obtention d'économies: les connaissances techniques nécessaires, la valeur absolue des achats, la possibilité de faire des regroupements automatiques et la taille minimale nécessaire pour des regroupements.

CONNAISSANCES TECHNIQUES NÉCESSAIRES

Faire affaire avec un intermédiaire pour acheter de l'électricité, comparer les différents prix sur le marché ou étudier l'opportunité de changer de fournisseur demandent des connaissances techniques minimales. Une brochure de CPM Electric & Gas s'adressant aux consommateurs qui veulent considérer un contrat d'achat suggère entre autres d'étudier la clause sur les « forces majeures » pour voir s'il s'agit d'un contrat ferme ou non-ferme, de voir s'il existe des garanties contractuelles pour les économies promises par l'intermédiaire, de

vérifier si les coûts de transport sont inclus ou s'il s'agit d'un « pass-through » (coûts d'une autre compagnie facturés au client), de vérifier le profil de consommation estimé par rapport à sa propre consommation d'électricité et de réviser les calculs inclus dans le contrat. Il est clair que seuls les consommateurs ayant une bonne connaissance du marché de l'énergie, de même que des connaissances juridiques et comptables de base, pourront suivre ces recommandations et participer pleinement au marché déréglementé.

Pour les entreprises, un consultant suggère aux industriels de former un groupe de travail interne en entreprise comprenant l'ingénieur en chef, des experts financiers et légaux, de même qu'un consultant en énergie si nécessaire (Robertson, 1999). Dans certains cas, on retrouve même du personnel d'utilités publiques qui travaillent directement chez les gros clients pour leur fournir de l'expertise et être près de leurs besoins (Koch, 1998). Il est évident que les consommateurs résidentiels ne peuvent avoir accès à un éventail aussi large de professionnels pour les guider dans leurs choix énergétiques; on peut ainsi facilement saisir l'asymétrie d'information entre les consommateurs industriels et les consommateurs résidentiels.

VALEUR ABSOLUE DES ACHATS

La « faible » valeur absolue de la dépense annuelle en énergie pour un consommateur résidentiel est un désincitatif à participer pleinement au marché déréglementé et à engager temps et efforts à chercher les meilleurs prix possibles. Considérons par exemple le cas d'un consommateur résidentiel dont la facture annuelle s'élève à 1 000 \$ et qui peut espérer obtenir un rabais de 5% en participant au marché déréglementé. Même si la facture annuelle représente une bonne partie de ses revenus (et pour certains consommateurs peut même s'avérer prohibitive et mener à une coupure de service), l'économie potentielle pour ce consommateur n'est que de 50\$. Il préférera probablement travailler davantage à son lieu de travail pour augmenter ses revenus plutôt que d'engager beaucoup de temps à comprendre le marché de l'énergie, à analyser les différentes offres de concurrents, à étudier les possibilités d'achats regroupés, etc.

À l'opposé, un consommateur industriel comme Owens-Illinois Inc. (fabricant de verre) dont la facture annuelle d'électricité s'élève à 100 millions \$ par année dispose, pour des économies potentielles de 5%, d'une marge de manœuvre de 5 millions \$. Évidemment, cela justifie pleinement de recourir aux services d'un consultant en énergie et d'étudier les offres de différents intervenants pour la fourniture d'électricité, ce que l'entreprise a fait en retenant les services de Xenergy (Wood, 1997).

REGROUPEMENTS AUTOMATIQUES

Avant même de songer à se regrouper avec d'autres consommateurs industriels, une entreprise opérant différents sites (usines, bureaux, franchises, etc.) peut, comme nous l'avons déjà mentionné, regrouper la consommation d'électricité de ces sites. Un franchiseur peut également tenter de regrouper ses franchisés; McDonald, par exemple, a regroupé ses franchisés en Angleterre pour profiter d'une réduction d'environ 15% sur la facture totale. Les franchisés du Michigan aux États-Unis ont également été regroupés et McDonald a réussi à obtenir 10% de rabais sur son électricité auprès de Detroit Edison (Weaver, 1999). Des chambres de commerce et autres regroupements patronaux ont également pris l'initiative de regrouper leurs membres; c'est le cas notamment de la North Central Massachusetts Chamber of Commerce (Hoggard, 1998). Ces options ne sont évidemment pas disponibles pour les consommateurs résidentiels.

TAILLE MINIMALE NÉCESSAIRE

Selon Glen Lovin, directeur exécutif de la Power Marketing Association, il faut acheter au moins 10 MW de puissance pour obtenir des rabais significatifs sur l'électricité, ce qui équivaut à 12 500 résidences. Réussir à regrouper autant de consommateurs dans une seule région peut être difficile. Il est beaucoup plus facile pour les industriels de créer de gros regroupements en termes d'énergie; 13 industriels au Massachusetts se sont regroupés pour acheter 40 MW d'énergie, soit l'équivalent de 50 000 résidences (Wood, 1997). Une centaine d'industriels du New-Jersey ont créé une coopérative pour acheter environ 500 MW, soit l'équivalent de 625 000 de résidences⁴ (Vames, 1999).

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Il existe aux États-Unis, principalement en Nouvelle-Angleterre et en Californie, des regroupements de toutes sortes. Le leadership dans ce domaine est toutefois assumé par les industriels, suivis des petites entreprises. Dans une moindre mesure, les organismes à but non lucratif, municipalités et consommateurs résidentiels se regroupent également (Wood, 1998). De tels regroupements peuvent aussi être faits afin de favoriser un fournisseur qui intègre un certain pourcentage d'énergie verte dans son plan d'approvisionnement.

Les regroupements seraient supposés balancer les impacts de la déréglementation et profiter aux petits consommateurs; dans les faits, ils risquent plutôt d'accentuer les écarts entre les petits et les gros consommateurs en faveur de ces derniers. En créant des méga-

⁴ Selon la consommation moyenne du secteur résidentiel du nord-est Américains en 1998.

regroupements, les industriels réussissent typiquement à obtenir des rabais de 5% à 20% sur le prix de leur électricité. Dans la mesure où les producteurs d'électricité doivent recouvrer leurs coûts, ces baisses consenties aux industriels risquent de se répercuter défavorablement sur la facture des consommateurs résidentiels.

Le Massachusetts Health & Educational Facilities Authority (HEFA), un regroupement de 500 organismes à but non lucratif, a innové en 1998 en regroupant non seulement ses organismes membres, mais également les 600 000 employés de ces organismes (Jacobs, 1998). Si cette pratique devait se généraliser, nous verrions apparaître, comme pour les assurances santé payées par les employeurs, différentes catégories plus ou moins privilégiées de travailleurs-consommateurs résidentiels, selon les avantages offerts par leur employeur, avec comme grands perdants les chômeurs, assistés sociaux et travailleurs précaires.

Le principe des achats regroupés n'est qu'un argument additionnel des défenseurs de la déréglementation pour faire accepter l'ouverture des marchés aux petits consommateurs. Les groupes de consommateurs devraient refuser la déréglementation du marché au détail, un fournisseur d'énergie public et intégré demeurant la meilleure garantie d'un service équitable pour tous.

CHAPITRE TROIS : LES COMPTEURS PRÉ-PAIEMENT

DESCRIPTION

Le compteur pré-paiement doit être alimenté au moyen d'une carte magnétique pour fournir de l'électricité⁵ au ménage. L'utilisateur charge sa carte magnétique dans un point de vente (automatisé ou non) en échange de monnaie et transfère ensuite son crédit dans le compteur. Les transactions se font généralement en numéraire (dollars, francs, etc.) quoique certains compteurs requièrent des transactions en kWh. Lorsque la réserve en monnaie contenue dans le compteur est épuisée, le courant est automatiquement coupé et le service ne reprend que lorsque l'utilisateur recharge à nouveau le compteur en crédit. Le principe général est donc que l'utilisateur doit payer à l'avance pour son énergie plutôt que de consommer de l'énergie et recevoir un compte par la suite.

De nombreuses options sont maintenant disponibles sur les nouveaux compteurs, qui sont de plus en plus sophistiqués. Les compteurs peuvent avertir à l'avance l'utilisateur que la réserve sera épuisée; une alarme se déclenche quelques jours avant la coupure de service. On peut également programmer les compteurs pour donner à l'utilisateur l'accès à un minimum d'électricité, pour éviter de couper complètement le courant l'hiver par exemple; le compteur peut faire la différence entre un utilisateur qui chauffe à l'électricité et un autre qui chauffe au gaz ou au mazout. Des compteurs peuvent aussi utiliser différents profils de facturation (tarifs croissants, décroissants, en temps réel, etc.). Certains compteurs accordent une limite de crédit à des clients et ce crédit peut être fonction de l'heure de la journée; par exemple, on peut n'accorder le crédit que la nuit, lorsqu'il est difficile d'aller retirer de l'argent pour renflouer le compteur.

Certains compteurs utilisent des reçus (« **vouchers** ») au lieu de cartes magnétiques. Lors de l'achat de crédit, l'utilisateur obtient un reçu avec un code numérique. Il doit ensuite entrer cette série de chiffres dans son compteur à l'aide d'un clavier numérique (« **keypad** »). On élimine le problème des « cartes perdues »: on peut émettre plusieurs reçus portant le même code mais dès que le code est utilisé, il ne peut être entré une seconde fois. Le code peut également comporter des données permettant de mettre à jour le compteur, notamment pour les tarifs.

⁵ Le compteur pré-paiement est aussi largement utilisé pour l'eau potable et le gaz naturel.

Finalement, des experts prévoient l'utilisation de plus en plus grande dans le futur de cartes à puce (« **smart cards** ») pour des opérations avec des compteurs pré-paiement.

ÉTAT DE LA SITUATION

Le compteur pré-paiement, en Grande-Bretagne, était utilisé avant la deuxième guerre mondiale pour le gaz naturel; les consommateurs payaient avec des jetons. La révolution numérique des années 1980 a relancé le concept et le compteur pré-paiement « nouvelle génération » est utilisé depuis une dizaine d'années en Grande-Bretagne et en Afrique du Sud. Son usage s'étend rapidement à l'Afrique, à l'Asie, à l'Europe et à l'Amérique latine. L'Amérique du nord est relativement épargnée jusqu'à maintenant mais de nombreuses compagnies étudient l'opportunité d'implanter le compteur pré-paiement pour leurs consommateurs.

IMPACTS DES COMPTEURS PRÉ-PAIEMENT

Pour les entreprises, l'utilité du compteur pré-paiement n'est pas à démontrer. Le compteur pré-paiement améliore les entrées d'argent et élimine les créances douteuses en obligeant le consommateur à payer à l'avance le service qu'il utilisera. Les ménages en difficultés de paiement sont coupés automatiquement sans préavis (pas de recouvrement ni de négociation d'ententes de paiement pour les entreprises) et les coupures n'entrent plus dans les statistiques. C'est d'ailleurs principalement pour améliorer artificiellement leurs statistiques concernant les coupures de service que les compagnies d'électricité en Angleterre ont installé des compteurs pré-paiement suite à leur privatisation, à un moment où l'accès au service public était un enjeu politique important.

Dans certains cas, particulièrement dans les pays du Tiers-Monde mais également dans les pays développés, cet accès est gravement compromis. Pour ne donner qu'un exemple, des compteurs pré-paiement pour l'eau ont été installés près de Pretoria (Afrique du Sud) par la Rand Water, un des plus gros fournisseurs d'eau potable du pays. Suite à l'installation des compteurs, la consommation d'eau a chuté de 66%. Compte tenu du niveau des créances, les compteurs se sont payés en quatre mois seulement. Les avantages pour la population sont moins évidents.

Parmi les autres avantages des compteurs pour les entreprises, notons l'élimination des frais de déconnexion et de re-connexion de même que l'élimination de la lecture des compteurs.

IMPLANTATION DES COMPTEURS PRÉ-PAIEMENT

Les désavantages pour les consommateurs sont évidents: l'obligation de payer le service à l'avance et la coupure immédiate du service en cas de non-paiement. Les consommateurs sont pour ces raisons généralement hostiles envers les compteurs pré-paiement.

Afin de contrer ces résistances, les compagnies insistent sur des avantages présumés des compteurs pré-paiement pour les consommateurs. Le compteur pré-paiement permettrait ainsi au consommateur d'être en contrôle de son budget puisqu'il ne consomme que ce qu'il a décidé d'acheter. Cela lui aiderait également à économiser de l'énergie (Tibbenham, 1999).

Au sujet des économies d'énergie et du contrôle du consommateur sur son budget, Colton (1995) note que les principaux usages de l'électricité (chauffage, eau chaude, réfrigération) sont non discrétionnaires; le consommateur ne peut ajuster cette portion de sa consommation par des changements comportementaux. Des facteurs externes comme l'isolation du logement, l'âge et l'efficacité du chauffe-eau et du réfrigérateur, le nombre de personnes qui habitent le logement et le nombre de personnes qui utilisent le logement le jour sont des facteurs hors du contrôle des individus mais qui sont déterminants sur la facture d'électricité. Colton note qu'il peut être facile de créer l'image de personnes qui éteignent les lumières et baissent les thermostats pour réduire leur consommation, mais qu'en réalité le faible contrôle qu'ont les individus sur leur consommation ne justifie pas l'introduction de compteurs pré-paiement.

Comme autre avantage présumé des compteurs pré-paiement, Tibbenham (1999) note que les consommateurs qui sont incapables de payer pour leur électricité ne sont pas physiquement coupés: le service peut être rétabli en tout temps sans frais de re-connexion. Cela est toutefois une mince consolation pour avoir à payer son service à l'avance et s'attendre à se faire couper le service à tout moment sans préavis.

Finalement, les consommateurs ne reçoivent plus et n'ont plus à acquitter de factures (Tibbenham, 1999). Par contre, ils doivent régulièrement consulter leur compteur, se rendre à un point de vente pour acheter des cartes magnétiques et recharger leur compteur. Une étude de Pacific Power and Light (*in* Colton, 1995) révèle que des consommateurs peuvent consulter leur compteur aussi souvent que 28 à 35 fois par semaine.

Malgré des avantages moins qu'évidents pour les consommateurs, Tibbenham suggère, en s'adressant aux entreprises qui désirent utiliser les compteurs pré-paiement, que:

« The positive aspects of the system should continually be reinforced. It is important that consumers see prepayment as a benefit rather than a means of

punishment. The fact that modern systems represent the latest in electricity technology should also be communicated. »

Tibbenham propose également comme première action d'un plan de marketing d'utiliser le terme « distributeur d'électricité » (« **electricity dispenser** ») plutôt que compteur « pré-paiement », terme qui est généralement perçu négativement par les consommateurs.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le compteur pré-paiement présente de nombreux avantages pour les entreprises: élimination des créances douteuses et du recouvrement, amélioration des entrées de fonds, possibilité d'introduire la tarification en temps réel (« **real-time pricing** »), etc. Il est à prévoir que de nombreuses entreprises tenteront d'introduire les compteurs pré-paiement en insistant sur ses présumés avantages pour les consommateurs et en jouant sur les termes pour accroître la confusion et la désinformation.

Les groupes de défense des consommateurs doivent réagir en informant correctement les consommateurs et en les représentant au niveau politique et sur les organismes réglementaires afin de bloquer toute tentative d'introduction de ces compteurs.

L'avenue juridique peut également s'avérer intéressante. Colton (1995) note que les compteurs pré-paiement vont probablement à l'encontre de la loi dans de nombreux états et provinces puisqu'ils violent l'obligation de desservir des utilités publiques et n'offrent pas assez de protection aux consommateurs contre les interruptions de courant inutiles.

BIBLIOGRAPHIE

BERNIER, Luc et HAFSI, Taïeb, **Tendances nord-américaines dans le secteur de l'électricité**, Gestion, vol.25 no.1, École des Hautes Études Commerciales de Montréal, Montréal, printemps 2000.

COLTON, Roger D., **Prepayment Meters and the Low-Income Utility Consumer**, Fisherman, Sheehan & Colton (Public Finance and General Economics), Massachusetts, mai 1995.

COUSINEAU, Sophie, **Les kilowatts en vente libre**, *Commerce*, février 1997.

EVANS, Mariwyn, **Power to the people**, *Journal of Property Management*, Chicago, novembre-décembre 1998.

FUEL CELLS, **Energy Partners, NUI progress on natural gas PEM system for homes, uses Epyx multi-fuel processor**, *Fuel Cells Bulletin*, janvier 1999.

HALL, John R., **The changing structure of utility markets: What it could mean to your business**, *Air Conditioning, Heating & Refrigeration News*, Troy, 25 janvier 1999.

HAMILTON, Robert A., **Deregulation in 2000 May Begin Quietly**, *New York Times*, New York, 5 décembre 1999.

HYDROGEN, **Appliance Maker Vaillant Plans Large European Field Test of Plug Power(-ed) Home Fuel Cells**, *The Hydrogen & Fuel Cell Letter*, Vol.15, No.1, janvier 2000.

HYDROGEN, **DaimlerChrysler Offers First Commercial Fuel Cell Buses to Transit Agencies, Deliveries in 2002**, *The Hydrogen & Fuel Cell Letter*, Vol.15, No.5, mai 2000.

HYDROGEN, **DoE News: Berkeley/NREL Team Develops Green-Algae-Based Renewable H2 Production Technique**, *The Hydrogen & Fuel Cell Letter*, Vol.15, No.3, mars 2000.

HYDROGEN, **Energy Partners Offers New Generation PEM Stacks, Retrofits Gators for Georgia Project**, *The Hydrogen & Fuel Cell Letter*, Vol.13, No.11, novembre 1998.

HYDROGEN, **High Oil Prices, Iceland Plans, Skepticism about Small Home PEMs Mark Annual NHA Meeting**, *The Hydrogen & Fuel Cell Letter*, Vol.15, No.4, avril 2000.

HOGGARD, John, **Here is a checklist when considering an electricity aggregator**, *Engineered Systems*, septembre 1998.

JACOBS, Karen, **United They Save: Small companies are joining forces to win lower prices from their electricity suppliers**, *Wall Street Journal*, New York, 14 septembre 1998.

JONES, Cate, **Utilities seek niche business opportunities**, *Power Magazine*, Vol.143, No.5, McGraw-Hill Companies, septembre-octobre 1999.

KEMEZIS, Paul, **Diversify or die? - Recent history has proved otherwise**, *Power Magazine*, McGraw-Hill Companies, novembre 1998.

KEMEZIS, Paul, **Retail wheeling: New Hampshire kicks off pilot program after a year of debate**, *Power Magazine*, McGraw-Hill Companies, juillet 1996.

KOCH, Bill, **Large customers get more than special rates**, *Power Magazine*, McGraw-Hill Companies, août 1998.

METERING, **Advertorial - Conlog prepayment for the Republic of Sudan**, *Metering International*, no.1, Scarborough Publications International, Afrique du Sud, 1998.

METERING, **Advertorial - World's first meter of its kind to use currency transfer**, *Metering International*, no.2, Scarborough Publications International, Afrique du Sud, 1998.

METERING, **Keypads on trial in Northern Ireland**, *Metering International*, no.4, Scarborough Publications International, Afrique du Sud, 1998.

METERING, **Prepayment water metering here to stay**, *Metering International*, Scarborough Publications International, Afrique du Sud, no.2, 1998.

POSPISIL, Ray, **Load aggregators: New kids on the power block**, *Power Magazine*, McGraw-Hill Companies, septembre 1995.

POWER, **Power off/for the non-profits**, *Power Magazine*, McGraw-Hill Companies, mai 1997.

POWER, **Report identifies aggregation problems and solutions**, *Power Magazine*, McGraw-Hill Companies, novembre 1998.

ROBERTSON, Wayne, **Let's make a deal**, *Facilities Design & Management*, New-York, février 1999.

SMART, David J., **The money meter**, *Metering International*, no.3, Scarborough Publications International, Afrique du Sud, 1998.

SPIEWAK, Scott, **WHY USE POWER MARKETERS? - The Paradox of Saving Money by Paying Intermediaries For Power Supplies**, CPM Electric & Gas, Inc., 5 août 1996.

TIBBENHAM, Mark, **Implementing a prepayment system**, *Metering International*, no.1, Scarborough Publications International, Afrique du Sud, 1999.

TIBBENHAM, Mark, **New keypad prepayment system allows expanded tariff structures**, *Metering International*, no.4, Scarborough Publications International, Afrique du Sud, 1998.

VAMES, Steven, **U.S. power suppliers throw in more services**, *Chemical Week*, New York, 13 octobre 1999.

WEAVER, Danialle, **Appetite for aggregation**, *Global Energy Business*, vol.1 no.1, janvier 1999.

WEBB, Jason, **Meter Wars: Return of the EDI**, *Utilities IT*, vol.4, no.5, septembre-octobre 1999.

WOOD, Elisa, **New aggregators' strategies, tactics resist pigeonholing**, *Power Magazine*, McGraw-Hill Companies, novembre 1998.

WOOD, Elisa, **Power marketers VS ESCOS : Who offers the better deal? - Two new faces in the electric power market try to carve out distinct niches**, *Power Magazine*, McGraw-Hill Companies, mars 1997.

ZIMMER, Michael J. et GOTTLIEB, Jonathan W., **Restructuring: An executive survival guide**, *Power Magazine*, McGraw-Hill Companies, septembre 1994.

RÉFÉRENCES WWW

www.hpower.com (H Power)

www.dodfuelcell.com (U.S. Department of Defense - projet pilote)

www.pnl.gov/fta/5_nat.htm (Technology Alerts - U.S. Department of Energy)

www.ballard.com (Ballard)

www.avistalabs.com (Avista Labs)

www.energypartners.org (Energy Partners)

www.plugpower.com (Plug Power)

www.hfcletter.com (Hydrogen & Fuel Cell Letter)

www.gemicrogen.com (GE Microgen)

www.internationalfuelcells.com (International Fuel Cells)

www.hydrogen.org (HyWeb)

www.ttcorp.com/nha (National Hydrogen Association)

members.aol.com/fuelcells/9.htm (World Fuel Cell Council)

www.gridwatch.com/guide/fuel_cells (Gridwatch)

www.fuelcell.com (ElectroChem)

www.daisanalytic.com (DAIS Corporation)

216.51.18.233 (Fuel Cells 2000)

www.inrs-ener.quebec.ca/game/debat/piles.html (Document de l'INRS)

GLOSSAIRE

kW	kilowatt (mesure de puissance)
MW	mégawatt (mesure de puissance équivalente à 1000 kilowatt)
kWh	kilowattheure (mesure d'énergie équivalente à un kilowatt de puissance durant une heure)
cogénération	filière énergétique qui permet la production simultanée d'électricité et de chaleur utile
électrolyse	séparation des éléments d'une molécule en utilisant de l'électricité; notamment, séparation de la molécule d'eau pour produire de l'hydrogène et de l'oxygène