# Cadre budgétaire pour une économie des piles à combustible et de l'hydrogène :

# Politiques et programmes ailleurs dans le monde – Exemples et précédents

**Par Amy Taylor, Jesse Row et Mark Winfield**

Industry Canada
Library - Queen
NOV 2 2 2006
Industrie Canada
Bibliothèque - Queen

*Juillet 2002*

**Produit pour Industrie Canada**

# Table des matières

**SOMMAIRE** ..... **3**

**1. INTRODUCTION** ..... **4**

BUT, OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE ..... 5

**2. RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX ET CONTEXTE** ..... **6**

AVANTAGES D'UNE ÉCONOMIE DE L'HYDROGÈNE ET DES PILES À COMBUSTIBLE ..... 6
OBSTACLES À UNE ÉCONOMIE DE L'HYDROGÈNE ET DES PILES À COMBUSTIBLE ..... 7
*Obstacles à l'essor des piles à combustible* ..... *7*
*Obstacles à l'utilisation de l'hydrogène comme combustible* ..... *8*
TYPES DE POLITIQUES ET PROGRAMMES BUDGÉTAIRES MIS EN OEUVRE DANS DIVERSES ADMINISTRATIONS ..... 9
POLITIQUES ET PROGRAMMES EN VIGUEUR AU CANADA ..... 10

**3. EXEMPLES ET PRÉCÉDENTS AILLEURS DANS LE MONDE** ..... **17**

ÉTATS-UNIS : GOUVERNEMENT FÉDÉRAL ..... 17
ÉTATS-UNIS : ÉTATS ..... 20
JAPON ..... 26
ALLEMAGNE ..... 30
UNION EUROPÉENNE ..... 35

**4. ANALYSE COMPARATIVE ET ÉVALUATION** ..... **36**

**5. DÉVELOPPEMENT D'UNE ÉCONOMIE DE L'HYDROGÈNE ET DES PILES À COMBUSTIBLE AU CANADA** ..... **40**

## Sommaire

Le but de la présente étude est d'effectuer une analyse comparative des politiques et des programmes budgétaires mis en oeuvre au Japon, en Allemagne et aux États-Unis en ce qui touche le développement de l'hydrogène et des piles à combustible et de faire des recommandations pour favoriser le développement de l'économie des piles à combustible et de l'hydrogène au Canada.

L'Allemagne, le Japon et les États-Unis, comme le Canada, sont devenus des chefs de file mondiaux dans le développement des industries de l'hydrogène et des piles à combustible. Cette position d'avant-garde, ces pays la doivent notamment à des politiques et à des programmes budgétaires qui aident les industries de l'hydrogène et des piles à combustible à surmonter les obstacles économiques et techniques à leur développement. Le Japon, l'Allemagne et les États-Unis apparaissent comme des chefs de file dans le domaine du soutien aux démonstrations de production d'électricité au moyen de piles à combustible. Le Japon et l'Allemagne, par ailleurs, sont aussi des précurseurs dans l'aménagement d'infrastructures de postes de ravitaillement en hydrogène, ayant construit plusieurs postes de ce genre ces dernières années.

En comparaison du Japon, de l'Allemagne et des États-Unis, les politiques et programmes budgétaires relatifs à l'hydrogène et aux piles à combustible, au Canada, ont été axés principalement sur les obstacles techniques par le biais de la recherche-développement, plutôt que sur la mise en oeuvre et la démonstration de produits. Les efforts canadiens n'ont pas eu pour objet d'abaisser les barrières de coût par le biais de mesures fiscales. Les activités de démonstration soutenues par les gouvernements canadiens ont visé surtout les applications mobiles des piles à combustible et l'infrastructure, plutôt que les applications stationnaires et portables de production d'électricité. Il manque au Canada un engagement et une méthodologie à long terme, coordonnés par le gouvernement fédéral, pour le développement d'une économie des piles à combustible et de l'hydrogène.

Voici les recommandations que nous avons formulées en ce qui touche la conception et la mise en oeuvre de politiques et programmes budgétaires pour une économie des piles à combustible et de l'hydrogène au Canada.

1. Déployer un ensemble d'instruments budgétaires visant expressément à surmonter les obstacles actuels.
2. Mettre en oeuvre des politiques et programmes budgétaires ciblant les applications des piles à combustible aussi bien dans le domaine de la production d'électricité (stationnaire et portable) que dans celui des transports (y compris l'infrastructure).
3. Tout en maintenant le soutien aux activités de recherche-développement, mettre l'accent sur la mise en oeuvre et sur la démonstration aussi bien des technologies des piles à combustible que de l'infrastructure de l'hydrogène.
4. Encourager les gouvernements provinciaux à adopter des politiques et programmes budgétaires complémentaires, afin d'accroître considérablement l'attrait du Canada comme foyer d'activités dans les technologies des piles à combustible et de l'hydrogène.
5. Élaborer et commencer à déployer une stratégie coordonnée à long terme pour le développement d'une économie des piles à combustible et de l'hydrogène au Canada.
6. Consacrer des ressources financières suffisantes au soutien de l'ensemble des politiques et programmes.

# 1. Introduction

Les technologies de l'hydrogène et des piles à combustible s'établissent rapidement comme des sources d'énergie cruciales pour l'avenir. Sous l'effet de multiples facteurs, notamment les exigences d'émissions zéro des véhicules en Californie et les inquiétudes croissantes quant aux changements climatiques, à la fiabilité des sources d'énergie et à la sécurité nationale, les piles à combustible se positionnent pour faire concurrence, à court et à moyen terme, aux moteurs à combustion interne, aux centrales électriques traditionnelles et même au marché des batteries. Plusieurs villes nord-américaines[1] ont actuellement ou ont déjà eu des autobus à piles à combustible ou des projets de production d'électricité (stationnaire et portable) à piles à combustible en démonstration, et des voitures utilisant les piles à combustible devraient être en production d'ici une dizaine d'années.

Selon la source d'hydrogène et le procédé de conversion, le développement des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible offre, à divers degrés, un énorme potentiel d'amélioration de l'environnement. Les sources d'énergie aptes à la production d'hydrogène (méthanol, éthanol, électrolyse à partir de l'hydroélectricité, vent, systèmes photovoltaïques, gaz naturel) offrent des réductions variées des émissions de gaz à effet de serre (GES). Une étude du Pembina Institute a conclu que l'hydrogène produit en grande usine par reformage du gaz naturel pouvait réduire d'environ 72 %, sur le cycle de vie, les émissions de gaz carbonique d'un véhicule par 1 000 km de déplacement[2]; l'hydrogène tiré de sources d'énergie renouvelable comme l'hydroélectricité réduirait les émissions encore davantage[3]. D'autres comparaisons des GES sur le cycle de vie montrent aussi d'impressionnantes réductions : la Table des transports du Processus national sur les changements climatiques a conclu qu'un véhicule à piles à combustible utilisant de l'hydrogène issu du gaz naturel produirait, sur le cycle de vie, des émissions d'équivalent de $CO_2$ de près de 55 % inférieures à celles d'un véhicule fonctionnant à l'essence à faible teneur en soufre, et de 95 % inférieures à celles d'un véhicule alimenté à partir de l'hydroélectricité[4].

En plus d'abaisser radicalement les émissions de $CO_2$, l'introduction de piles à hydrogène peut aussi réduire la dépendance vis-à-vis du pétrole étranger (dont les sources d'approvisionnement se limitent à quelques régions du monde). Cette perspective ouvre des portes pour le Canada, car, au moment où les États-Unis cherchent à diminuer leur dépendance à l'égard du pétrole importé, le marché d'exportation des piles à combustible en provenance du Canada pourrait prendre de l'essor. L'Oxford Institute prévoit que la production d'hydrogène pourrait atteindre 3,2 millions de barils par jour d'équivalent pétrole d'ici 2010, et 9,5 millions de barils d'ici 2020. Selon des scénarios de Shell International, les moteurs à combustion interne seront remplacés par les piles à combustible d'ici deux décennies, et une économie utilisant l'hydrogène comme principale source d'énergie sera établie d'ici 2050[5].

Des politiques gouvernementales sont déjà en place, au Canada, pour appuyer la recherche-développement dans le domaine des piles à combustible à hydrogène, par exemple

---

[1] Chicago, Vancouver, Palm Springs et Washington, D.C.
[2] Pembina Institute et David Suzuki Foundation, *Climate Friendly Hydrogen Fuel: A Comparison of the Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions for Selected Fuel Cell Vehicle Hydrogen Production*, mars 2000.
[3] Pembina Institute et David Suzuki Foundation, op. cit.
[4] Processus national sur les changements climatiques, *Les transports et le changement climatique : options à envisager,* d'après le diagramme 4.2, « Émissions de GES durant le cycle de vie des carburants (2010) ».
[5] Cité dans Worldwatch Institute, *State of the World 2001*, au chapitre 5, « Decarbonizing the Energy Economy » par Seth Dunn, (Londres : Norton and Company, 2001), p. 99.

l'investissement de 29,7 millions de dollars de Partenariat technologique Canada dans le projet de centrale à piles à combustible à membrane échangeuse de protons (MEP) de Ballard. Pour passer au stade ultérieur – l'adoption des technologies – d'une économie de l'hydrogène et des piles à combustible, il faudra des investissements et une stimulation plus robustes dans le sens des nouvelles technologies, à la fois du côté offre et du côté demande, par les moyens suivants :

- mise en oeuvre de politiques visant à accroître la compétitivité de l'hydrogène et des piles à combustible face aux sources d'énergie et aux technologies traditionnelles;
- adoption la plus rapide possible des technologies des piles à combustible par les gouvernements;
- appui des gouvernements au développement de technologies habilitantes et investissement par les gouvernements dans la distribution et l'infrastructure de ravitaillement requises pour maximiser les avantages écologiques des piles à combustible.

D'autres pays ont fait des pas initiaux pour répondre à ces besoins. Par exemple, la politique nationale de l'énergie récemment annoncée aux États-Unis comporte plusieurs mesures fiscales destinées à promouvoir les technologies des piles à combustible utilisant l'hydrogène. Ces mesures comprennent un crédit d'impôt sur le revenu à l'intention des consommateurs pour l'achat de véhicules à piles à combustible (et hybrides), mesure dont la valeur est établie à 4,2 milliards de dollars US (6,6 milliards de dollars CAN) sur dix ans, et un financement du programme d'autobus urbains fonctionnant aux piles à combustible.

Si le Canada doit accroître ses politiques et programmes budgétaires pour favoriser l'avènement et l'implantation d'une économie des piles à combustible et de l'hydrogène, les expériences d'autres pays pourront se révéler riches en enseignements.

## *But, objectifs et méthodologie*

Le but de la présente étude est d'effectuer une analyse comparative des politiques et programmes budgétaires mis en oeuvre dans d'autres administrations ailleurs dans le monde à l'appui du développement de l'hydrogène et des piles à combustible et de faire des recommandations pour favoriser le développement de l'économie des piles à combustible et de l'hydrogène au Canada.

Les objectifs de la présente étude, plus précisément, sont les suivants.

1. Fournir de l'information de référence pour l'établissement du cadre budgétaire relatif aux technologies de l'hydrogène (y compris l'infrastructure) et des piles à combustible au Canada.
2. Documenter les politiques et programmes budgétaires mis en oeuvre dans d'autres administrations.
3. Faire des recommandations pour favoriser le développement de l'économie des piles à combustible et de l'hydrogène au Canada par le biais de politiques et de programmes budgétaires.

Pour atteindre ces objectifs, la méthodologie suivante a été utilisée.

1. Documenter les politiques et programmes budgétaires mis en oeuvre au Canada pour développer l'économie des piles à combustible et de l'hydrogène.
2. Documenter les politiques et programmes budgétaires mis en oeuvre, ailleurs dans le monde, par des administrations considérées comme des chefs de file du développement des technologies des piles à combustible, de l'hydrogène et de l'infrastructure connexe.

Les régions incluses dans la présente analyse sont l'Allemagne, les États-Unis, le Japon et l'Union européenne[6].

3. Cerner les facteurs ayant contribué au succès de ces chefs de file du développement de l'économie des piles à combustible et de l'hydrogène.
4. Évaluer dans quelle mesure le Canada est parvenu à intégrer ces facteurs dans des politiques et programmes budgétaires axés sur le développement d'une économie des piles à combustible et de l'hydrogène au Canada.
5. Dans les cas où les facteurs ci-dessus n'ont pas été intégrés par les gouvernements canadiens, faire des recommandations pour favoriser le développement de l'économie des piles à combustible et de l'hydrogène au Canada par le biais de politiques et programmes budgétaires.

La section 2 du présent document, « Renseignements généraux et contexte », indique ce qu'on entend par politiques et programmes budgétaires et décrit les avantages du développement d'une économie des piles à combustible et de l'hydrogène ainsi que les obstacles à ce développement. Elle décrit également les types de politiques et programmes budgétaires utilisés pour développer l'économie des piles à combustible et de l'hydrogène ainsi que les politiques et programmes budgétaires actuellement déployés au Canada en ce qui touche les technologies de l'hydrogène et des piles à combustible et l'infrastructure connexe. La section 3, « Exemples et précédents ailleurs dans le monde », décrit les politiques et programmes relatifs à l'économie des piles à combustible et de l'hydrogène aux États-Unis, au Japon, en Allemagne et dans l'Union européenne. La section 4, « Analyse comparative et évaluation », précise les facteurs qui ont contribué au succès des chefs de file mondiaux du développement de l'économie des piles à combustible et de l'hydrogène et évalue la mesure dans laquelle le Canada est parvenu à intégrer ces facteurs. La section 5, « Développement d'une économie de l'hydrogène et des piles à combustible au Canada », formule des recommandations sur la conception et la mise en oeuvre de politiques et programmes budgétaires visant à appuyer le développement de l'économie des piles à combustible et de l'hydrogène au Canada.

## 2. Renseignements généraux et contexte

### *Avantages d'une économie de l'hydrogène et des piles à combustible*

Comparativement aux technologies et combustibles traditionnels, les technologies des piles à combustible et de l'hydrogène offrent un énorme potentiel sur le plan écologique, notamment par une réduction des émissions des gaz à effet de serre et une amélioration de la qualité de l'air local. L'ampleur des bienfaits environnementaux dépend de la source d'hydrogène et de la méthode de production. Par exemple, un véhicule à piles à combustible utilisant de l'hydrogène produit par reformage à la vapeur du méthane provenant du gaz naturel produit près de 55 % de moins de gaz à effet de serre, durant son cycle de vie entier, qu'un véhicule classique fonctionnant à l'essence à faible teneur en soufre[7]. Outre ces avantages écologiques, de multiples avantages économiques pourraient découler de l'utilisation de l'hydrogène et des piles à combustible, à mesure que les coûts de la technologie diminueront grâce à la commercialisation et aux plus grandes économies d'échelle.

---

[6] L'Islande est aussi un chef de file mondial dans le développement d'une économie de l'hydrogène, mais elle n'a pas été incluse dans l'analyse.

[7] Edwards, W. et al., 1999, *Alternative and Future Fuels and Energy Sources for Road Vehicles*, préparé par Levelton Engineering Ltd. pour la Table des transports du Processus national sur les changements climatiques, Richmond, Canada.

Le secteur des piles à combustible et de l'hydrogène est appelé à croître considérablement au cours de la prochaine décennie. Selon des estimations de PricewaterhouseCoopers, la valeur du marché mondial des systèmes à piles à combustible sera de 46 milliards de dollars d'ici 2011. Les taux de croissance de l'industrie devraient dépasser 60 % par année, en moyenne, entre 2003 et 2011. De 2007 à 2011, l'industrie devrait croître à un taux moyen composé de 75 % par année. En demeurant un chef de file de ce secteur en essor rapide, le Canada créera de nouvelles possibilités d'emploi tout en se donnant un avantage concurrentiel propre à stimuler l'activité économique et la croissance.

En plus d'offrir des avantages environnementaux et économiques, l'utilisation de l'hydrogène comme combustible apparaît de plus en plus comme une solution aux préoccupations des États-Unis en matière de sécurité énergétique nationale. Comme l'hydrogène peut être tiré de plusieurs sources, notamment de sources d'énergie renouvelable disponibles localement, les pays qui soutiennent le développement et la consommation de l'hydrogène comme combustible peuvent réduire leur dépendance à l'égard des importations de combustibles fossiles. Ils s'affranchissent ainsi des pays producteurs de pétrole comme sources d'approvisionnement pour leurs besoins énergétiques croissants. À mesure que s'opérera cette transformation dans des pays comme les États-Unis, le Canada en bénéficiera sous forme de possibilités accrues d'exportation des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible.

Les technologies des piles à combustible offrent aussi d'autres avantages par rapport aux systèmes classiques de conversion énergétique : elles se prêtent à de multiples applications (mobiles, stationnaires, réparties, à distance, électroniques); elles sont plus efficaces et plus silencieuses; elles devraient être d'une grande fiabilité et d'un entretien facile; et elles offrent un niveau de sécurité comparable.

## *Obstacles à une économie de l'hydrogène et des piles à combustible*

Malgré les nombreux avantages économiques, environnementaux et sociaux que procure l'utilisation des piles à combustible et de l'hydrogène, la commercialisation des piles à combustible et l'utilisation à grande échelle de l'hydrogène comme combustible dans des applications autres qu'industrielles demeurent limitées, au Canada comme dans la plupart des régions du monde. Plusieurs obstacles économiques et techniques restreignent la pénétration commerciale de cette technologie et de cette source d'énergie innovatrices.

### Obstacles à l'essor des piles à combustible

Le coût des composants et matériaux des piles à combustible, ainsi que des processus de production, restent prohibitifs. Le coût des centrales de cogénération à piles à combustible est actuellement de 5 000 à 10 000 dollars US/kW (7 666 à 15 333 dollars CAN/kW). Des groupes comme la Solid State Energy Conversion Alliance (SECA) aux États-Unis visent à ramener le coût d'un système à piles à combustible de 5 kW à 400 dollars US/kW[8]. Pour permettre une compétitivité à grande échelle dans les marchés des services publics et des installations commerciales sur place, le coût d'achat d'un système à pile à combustible doit être réduit à 1 500 dollars US/kW (2 230 dollars CAN/kW) ou moins[9]. La réduction des coûts par l'atteinte de volumes de production de masse est un défi crucial. La mise en place de premières applications

[8] United States Department of Energy, 2000, « SECA: Solid State Energy Conversion Alliance ». www.fe.doe.gov/coal_power/fuelcells/seca_brochure.pdf. Consulté le 2 juillet 2002.
[9] Environmental and Energy Study Institute. Février 2002, « Fuel Cell Fact Sheet », Washington, D.C.

des technologies des piles à combustible est importante pour l'établissement de niveaux de production de départ et pour la démonstration des capacités de ces nouveaux produits[10].

Outre la nécessité de réduire le coût des piles à combustible, il y a des obstacles techniques qui entravent le développement de cette technologie. La durabilité est un défi crucial à surmonter pour que les piles à combustible puissent fonctionner dans toute une gamme de conditions et fournir le service fiable et de longue durée auquel s'attend la clientèle. La capacité de contrôler la qualité du combustible et l'environnement de fonctionnement de la pile à combustible, tout en assurant une tolérance suffisante à des variations de ces paramètres, est un des principaux défis à relever pour réussir le passage du laboratoire au marché commercial. Pour combler les attentes en matière de durabilité des piles à combustible, de nouvelles techniques de simulation sont nécessaires pour tester la durée de vie des piles. Ces techniques sont actuellement mises au point et utilisées dans des essais de durabilité.

Le développement des piles à combustible se heurte à un autre défi technique, commun à tous les nouveaux produits destinés à la production de masse : l'optimisation des processus de fabrication pour maintenir les coûts à un bas niveau et obtenir une qualité acceptable du produit. Dans le cas des piles à combustible, la constance de la qualité du produit est capitale pour le consommateur. La nouveauté de nombreux matériaux et processus de fabrication rend d'autant plus importante, et exigeante, la conception de processus de production appropriés.

Enfin, un défi technique de taille, pour les entreprises produisant des piles à combustible, réside dans le développement de matériaux et d'outils qui permettront de réduire les coûts et d'améliorer le rendement de cette technologie.

**Obstacles à l'utilisation de l'hydrogène comme combustible**

En plus d'être un obstacle au développement des technologies des piles à combustible, le coût est également une barrière au développement de l'infrastructure de production et de distribution de l'hydrogène. La production d'hydrogène, aux volumes actuels, est très coûteuse par rapport aux carburants traditionnels, notamment quand un transport spécialisé est requis pour amener l'hydrogène au point d'utilisation. Pour justifier le coût de construction de l'infrastructure nécessaire à la production et à la distribution d'hydrogène en grande quantité, une demande élevée d'hydrogène dans des secteurs à forte concentration de population peut s'imposer. Avant que l'hydrogène ne soit concurrentiel sur le plan des coûts avec les technologies traditionnelles, l'offre et la demande d'hydrogène doivent l'une et l'autre atteindre une grande échelle. Les faibles prix des sources d'énergie classiques et l'absence d'une politique de prix axée sur l'environnement renforcent les obstacles économiques au développement accru des marchés des piles à combustible et de l'hydrogène.

Dans le cas de l'hydrogène, il y a aussi plusieurs obstacles technologiques qui nuisent au développement de l'infrastructure. Premièrement, étant donné sa faible densité énergétique, l'hydrogène exige la mise au point de techniques d'entreposage perfectionnées pour pouvoir être utilisé efficacement dans une grand gamme d'applications. Des recherches sont en cours pour élaborer des façons de stocker l'hydrogène sous forme de gaz comprimé ou de liquide, ou en l'absorbant dans une substance chimique ou un hydrure métallique. Deuxièmement, pour beaucoup de modes d'entreposage, l'hydrogène doit être comprimé à de hautes pressions. Cette

[10] Les piles à combustible peuvent aussi servir comme sources d'énergie d'appoint (par exemple pour l'alimentation de secours). De telles applications représentent des marchés plus attrayants à court terme (car pour l'alimentation de secours, les piles à combustible peuvent concurrencer les batteries).

compression exige souvent beaucoup plus d'énergie que celle livrée par l'hydrogène lors de son utilisation dans une pile à combustible. Pour réduire cette importante demande d'énergie et le coût connexe, des technologies de compression plus efficaces doivent être mises au point. Troisièmement, comme on l'a été vu plus haut, une utilisation généralisée de l'hydrogène n'est possible que si des réseaux de distribution sont mis en place. L'établissement de tels réseaux à l'échelle mondiale et le déploiement d'une infrastructure de ravitaillement sécuritaire, fiable et efficace exigeront des avancées dans beaucoup de nouvelles technologies.

Enfin, tant pour les piles à combustible que pour l'infrastructure de l'hydrogène, des codes et des normes doivent être élaborés ou modifiés pour que des niveaux de sécurité comparables à ceux des technologies existantes soient maintenus à l'échelle mondiale et que les composants des systèmes soient compatibles entre eux. Les entreprises manufacturières et les consommateurs peuvent hésiter à adopter une nouvelle technologie tant que des codes et des normes appropriés n'ont pas été établis pour réduire les risques réels ou perçus sur le plan de l'économie ou de la sécurité.

Le tableau qui suit résume les obstacles économiques et techniques présentement liés aux piles à combustible et à l'infrastructure d'utilisation de l'hydrogène comme combustible.

| Secteur | Obstacles économiques | Obstacles techniques |
|---|---|---|
| Technologies des piles à combustible | Coût des matériaux et des composants.<br><br>Coût de production. | Durabilité, perfectionnement des procédés de fabrication et amélioration du rendement. |
| Hydrogène et infrastructure | Coût de production de l'hydrogène.<br><br>Coût de distribution de l'hydrogène. | Entreposage, compresseurs et réseau de distribution. |

## *Types de politiques et programmes budgétaires mis en oeuvre dans diverses administrations*

Pour aider à surmonter les obstacles liés aux technologies des piles à combustible, ainsi qu'à l'hydrogène et à son infrastructure, et pour favoriser la croissance de l'industrie dans ces secteurs, les gouvernements de divers pays ont mis en place et continuent de déployer des programmes et des politiques budgétaires. Les mesures prises en faveur des technologies des piles à combustible et de l'hydrogène (y compris l'infrastructure) peuvent être de divers types.

1. **Dépenses directes** ou subventions à la recherche-développement; prises de participation dans des entreprises et des organisations de recherche.
2. **Prêts** et financement remboursable consentis à des entreprises et organisations.
3. Dépenses liées aux **activités de programme**, comme l'établissement de groupes de recherche, de réseaux et d'autres organismes de coordination.
4. **Mesures fiscales**, notamment crédits d'impôt, exemptions et remboursements de taxes.
5. **Achats** ou acquisition/investissement garanti visant des prototypes ou des technologies et produits de démonstration.

Le Canada a adopté plusieurs politiques et programmes de ce genre.

## *Politiques et programmes en vigueur au Canada*

Avant d'évaluer les politiques et programmes budgétaires d'autres administrations, il est utile d'examiner les politiques et programmes mis en oeuvre au Canada en ce qui touche les technologies de l'hydrogène et des piles à combustible. Cela permettra de faire une analyse comparative avec d'autres pays occupant une place dominante dans ce domaine. La liste qui suit résume chaque initiative examinée dans la présente étude. Cette liste inclut le type d'initiative, l'administration, une brève description, l'année de mise en oeuvre et l'objectif.

**Nom de l'initiative :** Partenariat technologique Canada (PTC)
**Type d'initiative :** Investissement remboursable
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** PTC est un fonds d'investissement technologique pour la recherche, le développement et l'innovation. Le programme vise à favoriser l'investissement du secteur privé et à maintenir et faire croître la base technologique et les capacités de l'industrie canadienne. Dans le cadre de ce programme, un financement a été fourni à Ballard (29,7 millions de dollars), à Stuart Energy (5,8 millions), à Questair (4,95 millions) et à Dupont Canada (19 millions).
**Année de mise en oeuvre :** 1996
**Objectif :** Stimuler la croissance économique, créer des emplois et favoriser le développement durable au Canada.

**Nom de l'initiative :** Partenariat entre Diversification de l'économie de l'Ouest, Centre d'innovation du Conseil national de recherches du Canada et Piles à combustible Canada
**Type d'initiative :** Dépenses directes et activités de programme
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** Le gouvernement fédéral a investi 2,7 millions de dollars pour aider Piles à combustible Canada à créer six nouveaux laboratoires de recherche à Vancouver. Diversification de l'économie de l'Ouest Canada offre une contribution d'un million de dollars et le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), 1,7 million de dollars pour les nouveaux laboratoires, sécuritaires pour l'utilisation de l'hydrogène, installés dans le Centre de technologie des piles à combustible du CNRC situé sur le campus de l'Université de la Colombie-Britannique.
**Année de mise en oeuvre :** 2002
**Objectif :** Favoriser l'essor de la grappe technologique dans le secteur des piles à combustible à Vancouver, en Colombie-Britannique.

**Nom de l'initiative :** Entente de partenariat pour le développement économique de l'Ouest (EPDEO)
**Type d'initiative :** Dépenses directes et activités de programme
**Administration :** Colombie-Britannique, avec un financement du gouvernement fédéral
**Description :** Le gouvernement fédéral et la Colombie-Britannique ont convenu, dans le cadre de l'EPDEO, d'investir 13 millions de dollars dans l'industrie des piles à combustible. Plusieurs projets ont été financés par le biais de l'EPDEO.

- Six projets de piles à combustible en Colombie-Britannique ont reçu 5,2 millions de dollars : un prototype de camion industriel équipé de piles à combustible; un générateur d'électricité à hydrogène à échelle réduite; un entrepôt à combustibles multiples; un système de production d'électricité intégré et viable utilisant des piles à combustible; une station de remplissage d'hydrogène pour véhicules équipés de piles à combustible et un système de production d'électricité d'urgence de 1,2 kW à piles à combustible. Projets annoncés en 2002.
- Un montant de 980 000 dollars pour créer Piles à combustible Canada, organisme sans but lucratif de Vancouver qui a pour mandat d'identifier, de coordonner et de trouver des projets

de démonstration de systèmes de piles à combustible afin de les financer. Projet annoncé en 2000.

- Près de 4,6 millions de dollars pour la mise à l'essai et l'évaluation de moteurs d'autobus à piles à combustible. Ce financement dans le cadre de l'EPDEO a permis à BC Transit d'acheter trois moteurs d'autobus à piles à combustible de Xcellsis[11], coentreprise formée par DaimlerChrysler AG, Ballard Power Systems Inc. et Ford Motor Co. Projet annoncé en 2001.

**Année de mise en oeuvre :** De 2000 à 2003
**Objectif :** L'EPDEO a pour but de renforcer la compétitivité internationale de l'économie de la Colombie-Britannique et d'offrir des possibilités de développement économique aux collectivités de l'ensemble de la province.

**Nom de l'initiative :** Alliance canadienne sur les piles à combustible dans les transports (ACPCT) (Élément du Plan d'action 2000 décrit plus en détail ci-dessous)
**Type d'initiative :** Dépenses directes et activités de programme
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** Il s'agit d'un programme du gouvernement fédéral doté d'un budget de 23 millions de dollars qui servira à démontrer et à évaluer au Canada certaines options en matière de ravitaillement pour les véhicules munis de piles à combustible. D'ici 2005, on fera la démonstration de diverses combinaisons de systèmes de carburant et de ravitaillement, le tout étant destiné aux véhicules légers, moyens et lourds. L'initiative permettra également d'élaborer des normes, des éléments de formation et des procédures d'essai qui se rapportent à certaines techniques relatives aux piles à combustible et à l'hydrogène. Le financement de cette initiative provient du Plan d'action 2000, qui est un ensemble d'activités visant à réduire au Canada les émissions de gaz à effet de serre.
**Année de mise en oeuvre :** 2001
**Objectif :** Démontrer les diminutions des émissions de gaz à effet de serre et évaluer différentes façons d'approvisionner en carburant les véhicules équipés de piles à combustible; mettre en place l'infrastructure nécessaire pour assurer le ravitaillement des véhicules, notamment en ce qui a trait aux normes techniques, aux codes, à la formation, à la certification et à la sécurité.
**À noter :** Plusieurs autres initiatives liées au développement des piles à combustible et de l'hydrogène ont été financées par le biais du Plan d'action 2000. Certaines sont décrites plus en détail ci-dessous.

**Nom de l'initiative :** Plan d'action 2000
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** Le Plan d'action 2000 est un engagement de 500 millions de dollars, sur cinq ans, du gouvernement fédéral comportant un ensemble d'activités visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre au Canada. Le Plan d'action 2000 comprend 45 initiatives conçues pour aider le Canada à atteindre environ le tiers de son engagement en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre aux termes du Protocole de Kyoto. Voici une description de certaines des initiatives incluses dans le Plan d'action 2000 en ce qui touche le développement de l'hydrogène et des piles à combustible.

- Ravitailleur en hydrogène. Stuart Energy Systems a mis au point un système de ravitaillement utilisant un électrolyseur d'eau pour produire de l'hydrogène. Les objectifs du projet étaient une réduction du coût des cellules d'électrolyse de troisième génération, une augmentation de la production d'hydrogène et une diminution de 75 % des coûts de

[11] Il est à remarquer que Xcellsis n'existe plus, ayant été acquise par Ballard en 2001.

production d'hydrogène. Financement : Fonds d'action pour le changement climatique (FACC), 1,5 million de dollars; Industrie Canada, 4,3 millions de dollars.

- Développements technologiques pour véhicules au gaz naturel et à piles à combustible. Mené conjointement avec le Saskatchewan Research Council, ce projet vise à mettre au point des systèmes de contrôle intelligents qui rendront les véhicules au gaz naturel et à piles à combustible plus concurrentiels, en termes de coût, face aux véhicules classiques. Cette technologie permet la surveillance et le contrôle de l'injection des gaz et des systèmes d'entreposage des carburants et simplifie la conversion des véhicules classiques au gaz naturel, ce qui devrait rendre la conversion moins coûteuse. Il y a un important recoupement entre les technologies des véhicules à piles à combustible et au gaz naturel sur le plan des réservoirs de carburant et des régulateurs de gaz. Financement : FACC, 700 000 dollars; Ressources naturelles Canada (RNCan), 350 000 dollars.
- Technologie de séparation des gaz pour les marchés industriels de l'oxygène et des piles à combustible. Questair Techs Inc. met au point une technologie de séparation des gaz qui permet d'extraire l'azote et les autres gaz à l'intérieur de l'air qui circule, ne laissant ainsi que de l'oxygène pur. On étudie aussi la possibilité de recourir à cette technologie pour les piles à combustible. Dans le cadre de ce projet, Questair explorera l'utilisation de sa technologie du Pulsar pour extraire l'azote et les autres composants de l'air alimentant la pile à combustible, augmentant ainsi l'efficacité globale de cette dernière de 20 à 25 %. Financement : Industrie Canada, 3,44 millions de dollars; FACC, 1,5 million de dollars.
- Installation énergétique et thermique pilote fonctionnant à pile à combustible à oxyde solide. Projet visant à construire et à présenter un prototype d'installation énergétique et thermique fonctionnant à pile à combustible à oxyde solide. Par rapport aux centrales au charbon, une telle installation pourrait réduire d'environ 57 % les émissions de $CO_2$. Financement : FACC, 1,12 million de dollars; RNCan, 373 000 dollars.
- Système personnel de carburant. Stuart Energy Systems Inc. met actuellement au point un système d'alimentation en hydrogène constitué d'un électrolyseur d'eau produisant de l'hydrogène destiné aux véhicules à émissions zéro équipés de piles à combustible. Stuart Energy Systems va construire et tester deux prototypes de systèmes d'alimentation en hydrogène. Le prototype sera ensuite livré à Ford Motor Company, qui en fera l'évaluation et l'essai de façon indépendante. Financement : RNCan, 373 000 dollars; FACC, 2,2 millions de dollars.

**Année de mise en oeuvre :** 2001

**Objectif :** Réduire les émissions de gaz à effet de serre dans des secteurs clés, positionner le Canada pour une croissance économique soutenue et accroître la compétitivité canadienne.

**Nom de l'initiative :** Programme sur les piles à combustible du Conseil national de recherches du Canada (CNRC)[12]

**Type d'initiative :** Dépenses directes et activités de programme

**Administration :** Gouvernement fédéral

**Description :** Le Programme sur les piles à combustible du CNRC est mené au Centre d'innovation du CNRC, logé à l'Université de la Colombie-Britannique. Fruit d'une collaboration avec l'industrie, les universités et d'autres organismes gouvernementaux, le programme apporte un soutien au niveau de la recherche et de l'innovation dans les secteurs de la mise au point des composants, de l'intégration et de la fabrication des systèmes, de la conception, de l'évaluation et du contrôle environnementaux et de la recherche sur les combustibles.

[12] Le CNRC est un organisme de recherche scientifique et technologique qui occupe une position de chef de file dans les domaines de la recherche, de la diffusion de la technologie et de la dissémination de l'information scientifique et technique.

**Année de mise en oeuvre :** 1999

**Objectif :** Renforcer les capacités de recherche universitaire sur les piles à combustible; jeter des ponts entre les industries, les universités et les instituts du CNRC et permettre des recherches concertées; assurer un transfert technologique efficient et efficace en faveur des industries; offrir aux jeunes Canadiens des possibilités de carrière et de perfectionnement professionnel de nature scientifique.

**Nom de l'initiative :** Centre d'innovation du Centre national de recherches du Canada
**Type d'initiative :** Dépenses directes et activités de programme
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** Le Centre d'innovation est le fruit d'un partenariat stratégique entre le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) et Ressources naturelles Canada (RNCan). En août 1999, le gouvernement fédéral a fourni 30 millions de dollars pour renforcer les capacités de recherche-développement dans l'industrie des piles à combustible, notamment : 14 millions de dollars administrés par le CRSNG et le CNRC et destinés à encourager le secteur privé à appuyer de nouveaux projets de collaboration entre l'industrie et les chercheurs des instituts du CNRC et des universités canadiennes; 10 millions de dollars du CRSNG et 4 millions de dollars du CNRC pour la création d'un Bureau de coordination du réseau; le financement de cinq chaires de recherche industrielle; le financement ciblé de projets de recherche universitaire menés en collaboration avec l'industrie canadienne et les instituts du CNRC; et un soutien à la formation et à l'éducation des étudiants par l'entremise de bourses d'études supérieures à incidence industrielle. En 2002, le ministre de l'Industrie, M. Allan Rock, a annoncé un financement additionnel de 20 millions de dollars pour la recherche-développement dans le domaine des piles à combustible au Centre d'innovation du CNRC.
**Année de mise en oeuvre :** 1999
**Objectif :** Renforcer les capacités de recherche universitaire sur les piles à combustible; jeter des ponts entre les industries, les universités et les instituts du CNRC et permettre des recherches concertées; assurer un transfert technologique efficient et efficace en faveur des industries; offrir aux jeunes Canadiens des possibilités de carrière et de perfectionnement professionnel de nature scientifique.

**Nom de l'initiative :** Programme de la technologie des carburants de transport (TETP)
**Type d'initiative :** Dépenses directes et prêts
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** Le programme touche plusieurs domaines :

- élaboration de carburants de remplacement et de systèmes perfectionnés de propulsion (carburants gazeux, carburants alcoolisés, hydrogène, piles à combustible, véhicules électriques et hybrides, et systèmes connexes);
- systèmes avancés d'entreposage de l'énergie (bouteilles légères, techniques d'adsorption et volants d'inertie);
- techniques de contrôle des émissions (pour les diesels et les moteurs alimentés par carburant de remplacement, les catalyseurs à faible teneur et des modèles améliorés de chambres de combustion);
- efficacité des systèmes de transport (matériaux et procédés avancés, analyse du cycle de conduite, systèmes de freinage auxiliaire et de freinage par récupération);
- infrastructure de ravitaillement (matériel de station-service, systèmes à base d'hydrogène et systèmes de chargement de batterie).

Les activités du programme comprennent :

- de la R-D en vue de la mise au point de techniques présentant des possibilités de débouchés et de commercialisation à court et à moyen terme;
- des évaluations technologiques au moyen de tests en laboratoire, de projets de démonstration et d'essais sur le terrain pour obtenir des données relatives à certains facteurs comme la réduction de la consommation de carburant, la fiabilité, la sécurité, les répercussions environnementales et les coûts-avantages;
- l'élaboration de normes techniques et de normes de sécurité;
- les transferts technologiques réalisés en parrainant des ateliers et des colloques, en publiant des rapports techniques et en échangeant des informations avec des organisations des secteurs public et privé.

**Année de mise en oeuvre :** 1980 (maintenant terminé)
**Objectif :** Travailler en partenariat avec l'industrie en vue du développement et du déploiement de techniques de transport de pointe qui contribuent à réduire les répercussions environnementales, à accroître les possibilités de création d'emplois et de richesses et à prolonger la durée de vie de notre base de ressources énergétiques.
**À noter :** Le TETP est un programme du Centre de la technologie de l'énergie de CANMET. Dans le cadre du programme, 1 million de dollars ont été versés pour l'essai d'autobus à piles à combustible de Ballard, qui a eu lieu à Vancouver.

**Nom de l'initiative :** Crédit fiscal de la Colombie-Britannique pour les véhicules à carburant de remplacement et allégements fiscaux pour les carburants de remplacement
**Type d'initiative :** Mesure fiscale
**Administration :** Gouvernement provincial
**Description :** Plusieurs mesures sont prévues en Colombie-Britannique pour les carburants de remplacement et les véhicules utilisant de tels carburants. Les véhicules à carburant de remplacement sont admissibles à un remboursement partiel de la taxe provinciale sur les services sociaux. Les voitures de tourisme à carburant de remplacement qui sont assujetties à la taxe de vente provinciale de 8, 9 ou 10 % peuvent être admissibles à un taux de taxe réduit. Les nécessaires de conversion des véhicules automobiles aux carburants de remplacement admissibles, comme aussi les services d'installation, de réparation et d'entretien d'un tel équipement, sont exempts de taxe. Des exemptions et des taux de taxe préférentiels sont aussi prévus pour certains carburants de remplacement moins nuisibles à l'environnement que l'essence ou le carburant diesel. Les véhicules à carburant de remplacement admissibles sont les véhicules fabriqués en usine qui fonctionnent exclusivement à l'électricité, à l'éthanol, au méthanol, au gaz naturel ou au propane; les véhicules électriques hybrides propulsés par une combinaison d'électricité stockée et d'essence, le diesel, l'hydrogène, le gaz naturel, le propane, le méthanol ou l'éthanol; et les véhicules à système de carburation mixte ayant deux réservoirs de carburant distincts de façon à permettre leur propulsion par un carburant de remplacement et par l'essence ou le carburant diesel.
**Année de mise en oeuvre :** Les remboursements, les taux réduits et les exemptions ont été introduits et révisés en 2001 et 2002.
**Objectif :** Accroître en Colombie-Britannique les achats de carburants de remplacement et de véhicules utilisant de tels carburants.

Le tableau suivant résume les politiques et programmes canadiens présentés ci-dessus.

**Résumé des politiques et des programmes au Canada**

| Initiative | Type d'initiative | Administration |
|---|---|---|
| Partenariat technologique Canada | Investissement remboursable | Gouvernement fédéral |
| Partenariat entre Diversification de l'économie de l'Ouest, Centre d'innovation du Conseil national de recherches du Canada et Piles à combustible Canada | Dépenses directes et activités de programme | Gouvernement fédéral |
| EPDEO | Dépenses directes et activités de programme | Gouvernement fédéral et provinces |
| ACPCT | Dépenses directes et activités de programme | Gouvernement fédéral |
| Plan d'action 2000 | Dépenses directes | Gouvernement fédéral |
| Programme sur les piles à combustible du CNRC | Dépenses directes et activités de programme | Gouvernement fédéral |
| Centre d'innovation du CNRC | Dépenses directes et activités de programme | Gouvernement fédéral |
| TETP | Dépenses directes et prêts | Gouvernement fédéral |
| Allégements fiscaux de la C.-B. pour les carburants de remplacement et les véhicules | Mesure fiscale | Gouvernement provincial |

Le tableau suivant indique à quels obstacles s'adressent les politiques et programmes adoptés, si ceux-ci visent les piles à combustible, l'infrastructure ou l'hydrogène, s'ils concernent uniquement les piles à combustible et l'hydrogène et s'ils visent la production d'hydrogène à partir de sources d'énergie renouvelable.

**Évaluation des politiques et des programmes au Canada**

| Initiative | Secteur | Obstacles visés | Accent sur l'hydrogène et les piles à combustible | À partir de sources d'énergie renouvelable |
|---|---|---|---|---|
| Partenariat technologique Canada | Piles à combustible | Obstacles techniques, infrastructure, codes et normes | Oui | Oui |
| Partenariat entre Diversification de l'économie de l'Ouest, Centre d'innovation du Conseil national de recherches du Canada et Piles à combustible Canada | Piles à combustible | Obstacles techniques | Oui | Oui |
| EPDEO | Piles à combustible | Obstacles techniques, infrastructure, codes et normes | Oui | Oui |
| ACPCT | Hydrogène, piles à combustible et infrastructure | Obstacles techniques, infrastructure, codes et normes | Oui | Oui |
| Plan d'action 2000 | Hydrogène, piles à combustible et infrastructure | Obstacles techniques, essais, démonstration, codes et normes | Oui | Oui |
| Programme sur les piles à combustible du CNRC | Piles à combustible | Obstacles techniques | Oui | No |
| Centre d'innovation du CNRC | Piles à combustible | Obstacles techniques | Oui | Oui |
| TETP | Hydrogène | Obstacles techniques | Non. L'accent est mis sur le développement d'une combinaison viable de sources d'énergie pour la circulation routière. | Non. Inclut le gaz naturel et le propane. |
| Allégements fiscaux de la C.-B. pour les carburants de remplacement et les véhicules | Piles à combustible et hydrogène | Coût | Pas exclusivement | Oui |

Comme l'indique le tableau, toutes les politiques examinées s'attaquent à un obstacle. Une attention nettement plus grande est accordée aux obstacles techniques qu'aux coûts. Autrement dit, au stade actuel, l'accent est mis au Canada sur la recherche-développement plutôt que sur la commercialisation. Le Canada offre un soutien limité à des programmes de démonstration de plus grande envergure (par exemple des unités de production d'électricité à piles à combustible stationnaires pour le secteur commercial ou résidentiel). Toutes les politiques examinées, sauf une, visent expressément les piles à combustible et l'hydrogène.

## 3. Exemples et précédents ailleurs dans le monde

Pour évaluer les politiques et les programmes en vigueur au Canada, il est utile d'examiner les types de politiques et de programmes qui ont été déployés dans d'autres pays de premier plan. C'est pourquoi, dans cette section du rapport, nous présentons divers programmes et politiques budgétaires adoptés dans quatre entités clés : les États-Unis, le Japon, l'Allemagne et l'Union européenne. Ces entités ont été choisies en fonction de leur réputation à titre de chefs de file mondiaux de la promotion des piles à combustible et de l'hydrogène. Comme dans les exemples canadiens donnés plus haut, pour chaque initiative de ces entités présentée ci-dessous figurent le type d'initiative, l'administration concernée, une description de l'initiative, l'année de mise en oeuvre et l'objectif de l'initiative. Notons qu'il ne s'agit pas d'une liste exhaustive des politiques et programmes visant les technologies des piles à combustible et l'hydrogène (et son infrastructure) dans les régions choisies. Ces politiques et programmes ont plutôt été choisis pour montrer l'éventail des options déployées. En fait, l'objectif était de présenter des politiques et programmes budgétaires importants et innovateurs visant les piles à combustible, l'hydrogène et l'infrastructure connexe dans des entités clés ailleurs dans le monde.

### *États-Unis : gouvernement fédéral*

**Nom de l'initiative :** Climate Change Fuel Cell Rebate Program
**Type d'initiative :** Mesure fiscale
**Administration :** Initiative fédérale par le biais du ministère de la Défense
**Description :** Le programme offre un stimulant financier pouvant aller jusqu'à 1 000 dollars US (1 571 dollars CAN) par kW de capacité, jusqu'à concurrence du tiers du coût total du projet, pour les centrales utilisant les technologies des piles à combustible.
**Année de mise en oeuvre :** 1995
**Objectif :** Accélérer l'introduction sur le marché des systèmes à piles à combustible.

**Nom de l'initiative :** Fuel Cell Residential Demonstration Project
**Type d'initiative :** Achats
**Administration :** Initiative fédérale par le biais du ministère de la Défense
**Description :** En 2001 et en 2002, des piles à combustible de capacité variant entre 1 et 20 kW seront installées sur des bases militaires américaines. En 2003, jusqu'à 18 millions de dollars US (28 millions de dollars CAN) seront consacrés à cette initiative.
**Année de mise en oeuvre :** 2001-2002
**Objectif :** Faire la démonstration de l'utilisation des piles à combustible et accélérer l'introduction sur le marché des systèmes à piles à combustible.
**À noter :** Le ministère de la Défense a installé des piles à combustible sur des bases militaires à divers endroits au pays. Une pile à combustible à la Vandenburg Air Force Base, en Californie, a remplacé les génératrices diesel comme source d'électricité de secours.

**Nom de l'initiative :** Solid State Energy Conversion Alliance (SECA)
**Type d'initiative :** Dépenses directes et activités de programme
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** Cette nouvelle initiative de 1,5 milliard de dollars US (2,4 milliards de dollars CAN) vise à réduire considérablement les coûts des piles à combustible. Si l'objectif est atteint, les piles à combustible pourront concurrencer les turbines à gaz et les génératrices diesel. Le rôle de la SECA est de mobiliser les ressources pour surmonter les obstacles techniques les plus difficiles, tout en permettant aux partenaires privés de maintenir une position concurrentielle.
**Année de mise en oeuvre :** 2002
**Objectif :** Réduire le coût des piles à combustible à aussi peu que 400 dollars US (628 dollars CAN) par kW d'ici la fin de la décennie. Le but ultime est d'avoir un concept de piles à combustible à très faible coût prêt pour les applications commerciales d'ici 2010.

**Nom de l'initiative :** Deduction for Clean Fuel Vehicles and Certain Refuelling Property
**Type d'initiative :** Mesure fiscale
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** Déductions fiscales
Déductions fiscales visant les véhicules à carburant propre admissibles, les installations de ravitaillement de véhicules à carburant propre admissibles et les coûts différentiels liés à l'achat de véhicules propulsés au moins partiellement par un carburant propre. Les véhicules légers sont admissibles à une déduction maximale de 2 000 dollars US (3 141 dollars CAN); les camions d'un poids total en charge supérieur à 10 000 livres, mais ne dépassant pas 26 000 livres, sont admissibles à une déduction maximale de 5 000 dollars US (7 852 dollars CAN); et les camions dépassant 26 000 livres ainsi que les autobus d'au moins 20 sièges sont admissibles à une déduction maximale de 50 000 dollars US (78 516 dollars CAN). Dans le cas des installations de ravitaillement en carburant propre, la déduction peut atteindre 100 000 dollars US (157 032 dollars CAN). Les carburants propres sont le gaz naturel, le gaz naturel liquéfié, le gaz de pétrole liquéfié, l'hydrogène, l'électricité et tout autre carburant constitué d'au moins 85 % de méthanol, d'éthanol ou de tout autre alcool ou éther.
**Année de mise en oeuvre :** 2001
**Objectif :** Accroître la pénétration commerciale des véhicules utilisant des carburants propres.

**Nom de l'initiative :** Transportation Fuel Cell Power Systems Program
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** Gouvernement fédéral, par le biais du ministère de l'Énergie
**Description :** Ce programme, administré par le ministère américain de l'Énergie, est un programme de recherche-développement à coût partagé gouvernement-industrie qui vise le développement des technologies des systèmes à piles à combustible pour véhicules automobiles. Ces technologies devraient être d'une grande efficacité (émissions faibles nulles), être concurrentielles au niveau des coûts et utiliser les carburants classiques ou de remplacement. La recherche-développement porte sur les matériaux, les composants et les technologies pour le traitement des carburants et les assemblages de piles à combustible, ainsi que sur les sources d'énergie des piles à combustible. Des contrats et des ententes de coopération sont mis en oeuvre avec l'industrie et les universités par voie concurrentielle, tandis que des laboratoires nationaux reçoivent un financement direct, en fonction de leurs capacités et de leur performance. Les projets de recherche-développement sur les piles à combustible du ministère de l'Énergie exigent une participation minimale de 20 % des partenaires de l'industrie (maximum de 50 %). Au cours de l'année financière 2001, une sollicitation de projets de recherche-développement a été planifiée et réalisée dans le cadre du programme; il en est résulté de nouveaux octrois de fonds de recherche

d'environ 80 millions de dollars US (126 millions de dollars CAN) (part du ministère) pour plus de 25 projets dans l'ensemble du pays.
**Année de mise en oeuvre :** Le programme, lancé en 1990, fait maintenant partie du Programme sur l'hydrogène, les piles à combustible et l'infrastructure (Hydrogen, Fuel Cell and Infrastructure Program) du ministère de l'Énergie (voir ci-dessous).
**Objectif :** Surmonter les principaux obstacles à la commercialisation des systèmes à piles à combustible dans les transports.

**Nom de l'initiative :** Hydrogen, Fuel Cell and Infrastructure Program du ministère de l'énergie
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** Le 1er juillet 2002, le ministère américain de l'Énergie a restructuré son Bureau de l'efficacité énergétique et de l'énergie renouvelable (Office of Energy Efficiency and Renewable Energy — EERE). Dans le cadre de cette restructuration, le ministère a étendu le programme Hydrogène de façon à inclure les efforts de recherche-développement sur les piles à combustible et l'infrastructure, outre les travaux de recherche-développement déjà en cours sur l'hydrogène en tant que tel (en vertu de l'ancien programme Hydrogène). Le nouveau programme s'appelle Hydrogen, Fuel Cells and Infrastructure Technologies Program. Il comporte des travaux axés sur les piles à combustible pour les transports et les bâtiments, ainsi que sur l'infrastructure. Les travaux relatifs aux bâtiments comportent le développement de la pile à combustible de type MEP (membrane échangeuse de protons) à titre de technologie efficace et rentable pour les applications stationnaires. Les travaux sur l'infrastructure sont axés sur le développement des technologies d'entreposage de l'hydrogène. De plus, une politique (« Blueprint for Hydrogen Fuel Infrastructure Development ») a été élaborée, et l'on vise maintenant à produire un plan directeur pour l'hydrogène aux États-Unis, en vue d'un rapport au Congrès. Ce plan directeur gouvernement-industrie de dix ans visera l'implantation des véhicules à hydrogène lorsqu'ils apparaîtront sur le marché au cours des trois à cinq prochaines années.
**Année de mise en oeuvre :** 2002
**Objectif :** Mener des travaux de recherche et de mise au point technique sur la production, l'entreposage et l'utilisation de l'hydrogène, en vue de faire de ce dernier une source d'énergie efficace sur le plan des coûts pour les services publics, les bâtiments et les transports.

**Nom de l'initiative :** Graduate Automotive Technology Education (GATE)
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** Gouvernement fédéral, par le biais du ministère de l'Énergie
**Description :** Le programme GATE, mis en oeuvre conjointement par Argonne et par le ministère américain de l'Énergie, prévoit des activités de recherche et de formation aux cycles supérieurs sur des technologies cruciales pour le développement et la production de véhicules légers efficients, offrant un rendement de 80 milles au gallon, et tout aussi sécuritaires, performants et abordables que les automobiles traditionnelles. GATE comprend deux volets : élaborer des programmes de formation technologique ciblés et fournir des bourses aux étudiants des cycles supérieurs inscrits dans les centres GATE. La recherche sur les piles à combustible, les matériaux de pointe, l'entreposage de l'énergie, les moteurs à injection directe ainsi que les groupes motopropulseurs et les systèmes de contrôle de véhicules électriques hybrides sont admissibles à un financement.
**Année de mise en oeuvre :** 1997
**Objectif :** Créer un programme multidisciplinaire visant à surmonter les principaux obstacles à l'atteinte des objectifs du Partnership for a New Generation of Vehicles (PNGV), maintenant devenu le programme FreedomCAR, décrit ci-après.

**Nom de l'initiative :** FreedomCAR (Cooperative Automotive Research)
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** Gouvernement fédéral, par le biais du ministère de l'Énergie
**Description :** FreedomCAR est un partenariat secteur privé-secteur public de 150 millions de dollars US (236 millions de dollars CAN) visant à promouvoir le développement de l'hydrogène comme carburant principal pour les automobiles et les camions. Les partenaires financent la recherche sur les technologies de piles à combustible utilisant l'hydrogène pour propulser les voitures sans créer aucune pollution. Cette initiative a remplacé le programme Partnership for a New Generation of Vehicles (PNGV), lancé par l'administration Clinton pour promouvoir le développement de véhicules à grande efficacité énergétique. FreedomCAR se concentre sur la recherche nécessaire à la mise au point de technologies (comme les piles à combustible et l'utilisation de l'hydrogène) utilisant des sources renouvelables disponibles au pays même.
**Année de mise en oeuvre :** 2002
**Objectif :** Développer des technologies pour des véhicules à piles à combustible utilisant l'hydrogène, qui n'exigeront pas de pétrole étranger et n'émettront pas de polluants nuisibles ni de gaz à effet de serre.
**À noter :** Le Energy Transportation Fuel Cell Program du ministère américain de l'Énergie soutient cette initiative.

## *États-Unis : États*

**Nom de l'initiative :** California Fuel Cell Partnership
**Type d'initiative :** Dépenses directes et activités de programme
**Administration :** État de la Californie (les partenaires, au niveau de l'État, sont les suivants : California Air Resources Board, California Energy Commission et South Coast Air Quality Management District), avec le soutien d'organismes fédéraux (notamment le ministère de l'Énergie et le ministère des Transports).
**Description :** Le California Fuel Cell Partnership est un projet de collaboration mené par des constructeurs automobiles, des sociétés d'énergie, des sociétés du secteur des piles à combustible et des organismes gouvernementaux. On prévoit, dans le cadre de cette initiative, mettre en circulation jusqu'à 60 voitures de tourisme et autobus à piles à combustible entre 2000 et 2003. Outre la mise à l'essai de véhicules à piles à combustible, le partenariat examine des questions liées à l'infrastructure d'approvisionnement et commence à préparer le marché de la Californie à cette nouvelle technologie.
**Année de mise en oeuvre :** 1999
**Objectif :** Faire la démonstration des technologies des véhicules à piles à combustible en utilisant et en testant les véhicules dans des conditions réelles en Californie; montrer la viabilité d'une infrastructure de carburants de remplacement, notamment de stations d'hydrogène et d'éthanol; explorer des voies menant à la commercialisation, en anticipant les problèmes éventuels et en leur trouvant des solutions; sensibiliser la population et améliorer la perception des véhicules électriques à piles à combustible, de façon à préparer le marché à la commercialisation.
**À noter :**

- Le South Coast Air Quality Management District du Sud de la Californie, ainsi que les autorités réglementaires du Massachusetts et du Connecticut, ont exempté les piles à combustible des exigences d'attribution de permis en matière de qualité de l'air.
- Des partenariats privés et publics relatifs à l'hydrogène ont également été établis dans d'autres États, notamment le Texas. En 2001, la Texas Natural Resource Commission a lancé un

nouveau partenariat avec les secteurs public et privé pour faire la démonstration des avantages environnementaux des piles à combustible utilisant l'hydrogène.

- La Californie a établi un quota, qui entre en vigueur en 2003, en vertu duquel 10 % des véhicules neufs vendus dans l'État devront être des voitures à émissions zéro faibles ou nulles. C'est une initiative très importante qui contribue largement au progrès du domaine des piles à combustible en Californie.
- Le South Coast Air Quality Management District a conclu un contrat visant une station d'énergie éolienne dans le parc d'éoliennes de Coachella Valley. L'électricité produite par trois aérogénérateurs servira à produire l'hydrogène utilisé par tous les autobus à piles à combustible mis en service par SunLine Transit.
- Le Board of Alameda-Contra Costa Transit a voté en faveur de l'achat de quatre autobus à piles à combustible utilisant l'hydrogène comprimé, trois devant être exploités par AC et l'autre devant être affecté au réseau de SunLine Transit, dans le sud de la Californie.

**Nom de l'initiative :** Michigan NextEnergy Initiative
**Type d'initiative :** Dépenses directes et mesures fiscales
**Administration :** État
**Description :** NextEnergy est un ensemble complet de mesures et de stimulants conçus pour positionner le Michigan comme chef de file mondial en technologie, recherche-développement, formation et fabrication dans le domaine des sources d'énergie de remplacement. L'initiative concerne les applications aussi bien mobiles que stationnaires reposant sur des sources d'énergie renouvelable et réparties. Les mesures législatives envisagées par la chambre et le sénat de l'État comprennent plusieurs exemptions fiscales pour les entreprises effectuant de la recherche-développement sur les systèmes à énergie de remplacement au Michigan, notamment une exemption de taxe pour les nouveaux systèmes ou véhicules utilisant des sources d'énergie de remplacement, une exemption d'impôt foncier pour toute propriété servant à la recherche-développement ou à l'élaboration de technologies à énergie de remplacement et une exemption de la taxe de vente sur les achats de systèmes ou véhicules neufs utilisant des carburants de remplacement. Le financement initial de cette initiative est de plus de 52 millions de dollars US (82 millions de dollars CAN).
**Année de mise en oeuvre :** 2002
**Objectif :** L'objectif du programme est d'attirer au Michigan d'importants nouveaux projets de développement d'applications stationnaires ou mobiles dans le domaine des piles à combustible.

**Nom de l'initiative :** Muskegon Shoreline SmartZone
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** État
**Description :** Les SmartZones sont des centres d'affaires de haute technologie appelés à constituer l'ossature des initiatives de développement d'applications de haute technologie au Michigan. Les impôts fonciers perçus dans une SmartZone, plutôt que d'aller à l'éducation et à l'administration publique locale, peuvent être réinvestis dans les activités de centres de recherche et d'incubateurs d'entreprises se trouvant dans la zone. L'État s'est engagé à investir 2,6 millions de dollars US (4 millions de dollars CAN) dans ce projet.
**Année de mise en oeuvre :** 2001
**Objectif :** Cette initiative, axée sur l'énergie de remplacement, s'intéresse aux enjeux liés à la commercialisation de technologies comme les piles à combustible, les microturbines, les éoliennes et les panneaux solaires. Le but est de créer des emplois et de la richesse dans la région grâce à un partenariat réunissant des établissements d'enseignement, des villes et l'État.

Muskegon Lakefront est un projet d'aménagement de 50 millions de dollars US (79 millions de dollars CAN) à utilisation mixte.

**Nom de l'initiative :** Ohio's Fuel Cell Program
**Type d'initiative :** Dépenses directes, prêts et mesures fiscales
**Administration :** État
**Description :** Il s'agit d'une initiative de 100 millions de dollars US (157 millions de dollars CAN) sur trois ans ayant pour but d'investir dans la recherche, la démonstration de projets et la création d'emplois pour la population de l'Ohio. Les fonds alloués contribueront à l'investissement dans le développement et la commercialisation de technologies et prendront la forme de prêts à faible intérêt, d'un financement par obligations exemptes d'impôt, de subventions au recrutement et de crédits à la formation. Ce projet de 100 millions de dollars US (157 millions de dollars CAN) sur les piles à combustible s'inscrit dans le Third Frontier Project, plan de 10 ans, d'une valeur de 1,6 milliard de dollars US (2,5 milliards de dollars CAN), visant à créer des emplois de haute technologie et rémunérateurs par l'expansion des capacités de recherche en haute technologie de l'État et la promotion d'entreprises en démarrage. Le financement accordé au Fuel Cell Program sera réparti comme suit : 75 millions de dollars US (118 millions de dollars CAN) à divers projets de financement; 25 millions de dollars US (39 millions de dollars CAN) à des activités de recherche-développement et de démonstration; et 3 millions de dollars US (4,7 millions de dollars CAN) à la formation.
**Année de mise en oeuvre :** 2002
**Objectif :** Faire de l'Ohio un point névralgique du développement de la technologie des piles à combustible.

**Nom de l'initiative :** Pile à combustible à Nikiski
**Type d'initiative :** Achat
**Administration :** État (Alaska), avec financement du gouvernement fédéral
**Description :** BP met actuellement à l'essai, dans un centre de liquéfaction du gaz naturel à Nikiski, une pile à combustible de 6,5 millions de dollars US (10,2 millions de dollars CAN). Avec l'aide du gouvernement fédéral et de la National Rural Electric Cooperative Association, BP a fait l'acquisition de cette pile à combustible de 250 kW pour alimenter l'immeuble administratif et l'entrepôt du centre.
**Année de mise en oeuvre :** 2001
**Objectif :** Le but est de répondre à la demande mondiale croissante d'énergie sans accentuer les répercussions sur l'environnement. BP s'est engagée à réduire ses propres émissions de gaz à effet de serre de 10 % d'ici 2010 et à éliminer le brûlage à la torche et le dégagement du gaz. Financement : BP, 4 millions de dollars US (6,3 millions de dollars CAN); ministère américain de l'Énergie, 2 millions de dollars US (3,1 millions de dollars CAN); et Chugach Electric Association, 450 000 dollars US (706 539 dollars CAN), par voie d'une subvention versée par le Cooperative Research Network de la National Rural Electric Cooperative Association.

**Nom de l'initiative :** Système à piles à combustible du US Postal Service
**Type d'initiative :** Achat
**Administration :** État (Alaska), avec financement du gouvernement fédéral
**Description :** Le US Postal Service a intégré un système à piles à combustible au réseau d'électricité. Il s'agit du premier raccordement de ce genre aux États-Unis et le système, avec sa puissance de 1 MW, était la plus importante installation commerciale à piles à combustible au moment de sa mise en place. Ce système de 5,5 millions de dollars US (8,6 millions de dollars CAN) est exploité et a été installé par Chugach Electric Association Inc. pour le Postal

Service. Cinq piles à combustible, raccordées en parallèle pour produire 1 MW d'électricité, sont la principale source d'alimentation électrique de l'installation d'Anchorage. La récupération de la chaleur des piles à combustible contribue au chauffage de l'installation. Le projet est financé en grande partie par le ministère américain de la Défense, l'Army Corps of Engineers et Construction Engineering and Research Laboratories (CERL).
**Année de mise en oeuvre :** 2001
**Objectif :** Faire la démonstration d'une application technologique.

Le tableau suivant résume les politiques et programmes budgétaires américains liés à l'hydrogène, à l'infrastructure et aux technologies des piles à combustible qui ont été présentés ci-dessus.

**Résumé des politiques et des programmes aux États-Unis**

| Initiative | Type d'initiative | Administration |
|---|---|---|
| Climate Change Fuel Cell Rebate | Mesure fiscale | Gouvernement fédéral |
| Fuel Cell Residential Demonstration Project | Achats | Gouvernement fédéral |
| Solid State Energy Conversion Alliance | Dépenses directes et activités de programme | Gouvernement fédéral |
| Deduction for Clean Fuel Vehicles and Certain Refuelling Property | Mesure fiscale | Gouvernement fédéral |
| Transportation Fuel Cell Power Systems Program | Dépenses directes | Gouvernement fédéral |
| Hydrogen, Fuel Cell and Infrastructure Program du ministère de l'Énergie | Dépenses directes | Gouvernement fédéral |
| Graduate Automotive Technology Education Program | Dépenses directes | Gouvernement fédéral |
| FreedomCAR | Dépenses directes | Gouvernement fédéral |
| California Fuel Cell Partnership | Dépenses directes et activités de programme | État |
| Michigan NextEnergy Initiative | Dépenses directes et mesures fiscales | État |
| Muskegon Shoreline SmartZone | Dépenses directes | État |
| Ohio's Fuel Cell Program | Dépenses directes, prêts et mesures fiscale | État |
| Pile à combustible à Nikiski | Achats | État |
| Système à piles à combustible du US Postal Service | Achats | État |

Bien qu'aux États-Unis l'accent semble être mis sur les dépenses directes liées à la recherche-développement, d'autres types de politiques et programmes budgétaires ont été mis en oeuvre, par exemple des mesures fiscales, des achats, des prêts et des dépenses relatives aux activités de programme. Des partenariats public-privé ont été établis aussi bien à l'échelle des États (California Fuel Cell Partnership) qu'à celle de l'administration fédérale (FreedomCAR et Solid State Energy Conversion Alliance). En fait, le tableau sommaire ci-dessus montre qu'il existe aux États-Unis toute une variété de politiques et de programmes budgétaires visant à stimuler la croissance de l'économie de l'hydrogène et des piles à combustible, tant dans les États qu'au niveau fédéral.

Le tableau suivant présente une évaluation des politiques et programmes budgétaires américains en précisant quel secteur est visé, à quels obstacles ils s'adressent, si les initiatives sont axées expressément sur les piles à combustible et l'hydrogène et si elles visent la production d'hydrogène à partir de sources d'énergie renouvelable.

**Évaluation des politiques et des programmes aux États-Unis**

| **Initiative** | **Secteur** | **Obstacles visés** | **Accent sur l'hydrogène et les piles à combustible** | **À partir de sources d'énergie renouvelable** |
|---|---|---|---|---|
| Climate Change Fuel Cell Rebate | Piles à combustible | Coût | Oui | Oui |
| Fuel Cell Residential Demonstration Project | Piles à combustible | Coût | Oui | Oui |
| Solid State Energy Conversion Alliance | Piles à combustible | Coût | Oui | Oui |
| Deduction for Clean Fuel Vehicles and Certain Refuelling Property | Hydrogène et infrastructure | Coût | Non. S'applique au gaz naturel, au gaz naturel liquéfié, au gaz de pétrole liquéfié, à l'hydrogène, à l'électricité et à tout autre carburant constitué d'au moins 85 % de méthanol, d'éthanol ou de tout autre alcool ou éther. | Oui |
| Transportation Fuel Cell Power Systems Program | Piles à combustible | Obstacles techniques | Oui | Oui |
| Hydrogen, Fuel Cell and Infrastructure Program du ministère de l'Énergie | Hydrogène et piles à combustible | Obstacles techniques | Oui | Oui |

**Évaluation des politiques et des programmes aux États-Unis (suite)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Graduate Automotive Technology Education Program | Hydrogène et piles à combustible | Obstacles techniques | Non. Le champ est plus large et englobe les véhicules légers capables d'un rendement de 80 milles au gallon. | Oui |
| FreedomCAR | Hydrogène et piles à combustible | Obstacles techniques | Oui | Oui. Accent explicite sur l'hydrogène provenant de sources renouvelables disponibles au pays même. |
| California Fuel Cell Partnership | Piles à combustible et infrastructure | Obstacles techniques et infrastructure | Oui | Oui. Accent sur l'hydrogène tiré de l'énergie éolienne. |
| Michigan NextEnergy Initiative | Hydrogène et piles à combustible | Coût | Non. S'applique à diverses formes d'énergie de remplacement. | Oui |
| Muskegon Shoreline SmartZone | Piles à combustible | Coût | Non. S'applique à diverses formes d'énergie de remplacement. | Oui, mais l'accent est mis, de façon générale, sur le secteur de la haute technologie. |
| Ohio's Fuel Cell Program | Piles à combustible | Coût et obstacles techniques | Oui | Oui |
| Pile à combustible à Nikiski | Piles à combustible | Coût | Oui | Non |
| Système à piles à combustible du US Postal Service | Piles à combustible | Coût | Oui | Non |

Comme l'indique le tableau, la majorité des politiques examinées sont axées sur le développement de la technologie des piles à combustible — pour des applications (stationnaires et portables) aussi bien dans le domaine des transports que dans celui de la production d'électricité — et sur le développement de l'hydrogène comme combustible. Le gouvernement des États-Unis a fourni des fonds pour la mise en place d'une des plus grandes applications stationnaires des piles à combustible au monde (le système du US Postal Service). Les politiques examinées dans la présente analyse visent à surmonter les obstacles aussi bien économique que techniques au développement de l'économie de l'hydrogène et des piles à combustible.

Bien que la majorité des politiques présentées soient concentrées sur les piles à combustible et l'hydrogène, certaines visent plus généralement les véhicules à faibles émissions et les modes de production d'énergie de remplacement. Une seule initiative, FreedomCAR, s'intéresse

expressément à la production d'hydrogène à partir de sources d'énergie renouvelable. Par ailleurs, tandis que les travaux en faveur d'une économie de l'hydrogène et des piles à combustible relevaient dans le passé de plus d'une administration gouvernementale (le ministère de l'Énergie et celui de la Défense), la réorganisation du 1er juillet 2002 a confié officiellement à une seule administration la responsabilité du développement dans le domaine de l'hydrogène, des piles à combustible et de l'infrastructure.

## *Japon*

**Nom de l'initiative :** World Energy Network (WE-NET)
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** WE-NET est un programme à long terme de développement de l'économie de l'hydrogène et des piles à combustible au Japon, par le biais de la New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO). La NEDO fait de la recherche-développement sur les technologies de l'hydrogène dans le cadre d'un effort mixte industrie-gouvernement-universités, en vue d'un déploiement à l'échelle mondiale d'ici 2030. Le programme est composé de trois phases. La phase I a été amorcée en 1993 et reçu la mission d'établir une gamme étendue de technologies de base liées à la production, au transport, à l'entreposage et à l'utilisation de l'hydrogène. La phase II comprenait une série de tâches, qui sont décrites ci-dessous. Au cours de la phase III, maintenant en cours, des applications pratiques et des usines pilotes seront mises en oeuvre à l'échelle internationale, en vue d'une utilisation en contexte réel. Voici les tâches de la phase II.

- La tâche 1 consiste à évaluer l'efficacité énergétique, les effets environnementaux et les caractéristiques économiques de l'énergie renouvelable et de divers systèmes utilisant l'hydrogène, dont l'hydrogène produit à partir de combustibles fossiles et à partir de sources renouvelables, de façon à cerner une stratégie en vue d'une utilisation plus généralisée de l'hydrogène.
- La tâche 2 vise l'établissement d'une méthodologie d'évaluation de la sécurité. En fonction des résultats d'évaluations préliminaires de la sécurité, des normes relatives à une conception sécuritaire pourront être examinées.
- La tâche 3 consiste à promouvoir la coopération internationale, ainsi que les échanges d'information à l'échelle mondiale, dans le domaine de la recherche-développement.
- La tâche 4 consiste à relever des défis de recherche-développement, par l'élaboration et l'exploitation continue d'un moteur diesel à cylindre unique de 100 kW utilisant l'hydrogène pour la cogénération.
- La tâche 5 vise à développer des véhicules à piles à combustible à hydrogène ainsi que des stations de ravitaillement en hydrogène, et à mettre à l'essai la technologie et les stations en situation réelle, tout en évaluant l'efficacité énergétique des véhicules.
- La tâche 6 consiste à mettre en place un système de production d'énergie à pile à combustible MEP (membrane échangeuse de protons) dont l'efficacité à l'extrémité émettrice est d'environ 45 % (norme de valeur calorifique supérieure), pour tester un système stationnaire aux niveaux de 30 à 50 kW.
- La tâche 7 vise la mise au point et l'essai d'un système pilote à petite échelle (environ le dixième de la pleine capacité) de stations de ravitaillement en hydrogène, pour permettre l'établissement de stations de ravitaillement autonomes.
- La tâche 8 consiste à mettre au point des technologies utilisant des électrolytes à polymère solide et l'électrolyse de l'eau. Un système de production d'hydrogène à petite échelle (comptant 1 000 $cm^2$ de superficie d'électrode, avec assemblage de piles) sera également mis

au point en intégration avec la recherche-développement sur les stations de ravitaillement en hydrogène.

- La tâche 9 consiste à élaborer des structures d'isolation pour le transport et l'entreposage de l'équipement contenant de l'hydrogène liquide. Elle vise aussi à mettre au point des technologies de pompage de l'hydrogène liquide et à élaborer des concepts de compresseurs d'hydrogène pour la liquéfaction.
- La tâche 10 vise à tester les propriétés matérielles de l'hydrogène liquide, à élaborer des technologies de base relatives aux meilleurs matériaux et aux méthodes optimales de soudage et à enrichir la base de données sur les propriétés matérielles.
- La tâche 11 consiste à mettre au point des alliages absorbant l'hydrogène pour l'entreposage de l'hydrogène.
- La tâche 12 vise à faire de la recherche sur des technologies innovatrices et d'avant-garde relatives à l'utilisation, à la production, au transport et à l'entreposage de l'hydrogène, sauf celles visées par les tâches précédentes.

**Année de mise en oeuvre :** 1993; en mars 2003, le programme WE-NET prendra fin et sera remplacé par le Millennium Project (décrit ci-dessous).
**Objectif :** Étudier l'utilisation de l'hydrogène comme source d'énergie et estimer le potentiel de consommation d'hydrogène dans différentes secteurs : production d'électricité, transport, industrie et services au public. L'utilisation de l'hydrogène liquide comme source d'énergie cryogénique sera également étudiée. Si les réalisations du projet WE-NET se concrétisent et se disséminent dans le monde au début du 21$^{e}$ siècle, l'hydrogène sera utilisé non seulement pour propulser les automobiles et les avions, mais aussi pour alimenter les appareils utilisés dans la vie quotidienne.

**Nom de l'initiative :** Ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie (METI)
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** Le METI a investi d'importantes ressources en vue de l'élaboration et du déploiement des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible. Les initiatives sont une expansion du système de subventions pour les entreprises respectueuses de l'environnement, un soutien à la commercialisation des technologies des piles à combustible, des projets de démonstration de stations à hydrogène et l'installation de systèmes domestiques à piles à combustible.
**Année de mise en oeuvre :** Continu
**Objectif :** Mettre l'accent sur le développement et la commercialisation des technologies.

**Nom de l'initiative :** Réductions de la taxe de vente pour les véhicules efficaces
**Type d'initiative :** Mesure fiscale
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** En 1999, des réductions de la taxe de vente ont été instaurées pour les véhicules répondant à certaines normes d'efficacité énergétique. En 2010, des normes strictes d'efficacité énergétique minimale seront introduites au Japon. En prévision de cette nouvelle réglementation et pour inciter les consommateurs à faire l'achat de véhicules efficaces, les voitures conformes aux normes d'émission de gaz d'échappement de 2000 du Japon sont admissibles à une réduction de 1 % de la taxe sur les automobiles; une voiture familiale répondant aux normes d'efficacité énergétique minimale de 2010 sera admissible à une réduction de taxe de 15 000 yens (191 dollars CAN).
**Année de mise en oeuvre :** 1999

**Objectif de la politique :** Réduire les émissions de gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique.

**Nom de l'initiative :** Projet Millennium
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** Le projet Millennium est axé sur l'élaboration de codes de sécurité et de règlements relatifs à l'utilisation de l'hydrogène. Les dépenses consacrées au projet Millennium ont été de 1 350 millions de yens (17,2 millions de dollars CAN) en 2000. En 2002, les dépenses sont passées à 3 100 millions de yens (39,5 millions de dollars CAN) et les fonds demandés pour 2003, année où se terminera le programme WE-NET, s'élèvent à 3 900 millions de yens (49,66 millions de dollars CAN).
**Année de mise en oeuvre :** 2000
**Objectif :** Établir des codes de sécurité et des règlements relatifs à l'utilisation de l'hydrogène comme combustible.

Le Japon s'est donné comme engagement national de développer l'hydrogène en tant que solution de rechange au pétrole[13]. En accord avec cet engagement, le gouvernement japonais a conçu et mis en oeuvre le programme WE-NET, plan très fortement intégré, à long terme, de développement d'une économie de l'hydrogène et des piles à combustible coordonné par un organisme gouvernemental unique. Outre le programme WE-NET, le ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie a élaboré et déployé un programme de haut niveau pour commercialiser les piles à combustible au Japon, tandis qu'un projet visant à mettre au point des codes et des normes pour l'utilisation de l'hydrogène — le projet Millennium — est en cours. Au Japon, une grande importance est accordée au développement et à la mise en oeuvre de l'infrastructure. La troisième phase du programme WE-NET, comme le programme du METI, mènera le Japon au-delà des essais et de la vérification des produits et atteindra le stade de la commercialisation et de l'implantation.

Comme l'indique le tableau ci-dessous, le programme WE-NET couvre tous les aspects de l'économie des piles à combustible et de l'hydrogène : piles à combustible, infrastructure, et utilisation de l'hydrogène dans les piles aussi bien pour des applications de production d'électricité (stationnaires et portables) que pour les transports. De plus, les tâches accomplies dans le cadre du programme WE-NET s'attaquent à tous les obstacles liés au développement d'une économie de l'hydrogène et des piles à combustible. La plupart des tâches concernent explicitement l'hydrogène et les piles à combustible, plutôt que l'énergie renouvelable en général. Par ailleurs, comme l'objet fondamental de WE-NET est le développement d'une infrastructure de l'hydrogène à partir de sources renouvelables au Japon, toutes les tâches du programme, au moins dans cette mesure, ont trait à la production d'énergie à partir de sources renouvelables.

[13] Foley, Julie, H2: Driving the Future, Institute for Public Policy Research, 2001.

**Évaluation de la politique et des programmes au Japon**

| Initiative | Secteur | Obstacles visés | Accent sur l'hydrogène et les piles à combustible | À partir de sources d'énergie renouvelable |
|---|---|---|---|---|
| WE-NET Tâche 1 | Hydrogène | Coût et obstacles techniques | Non | Oui |
| WE-NET Tâche 2 | Hydrogène, infrastructure et piles à combustible | Codes et normes | Oui | Oui |
| WE-NET Tâche 3 | Hydrogène, infrastructure et piles à combustible | Accent sur la coordination internationale | Oui | Oui |
| WE-NET Tâche 4 | Hydrogène | Obstacles techniques | Non | Oui |
| WE-NET Tâche 5 | Hydrogène, infrastructure et piles à combustible | Coût et obstacles techniques | Oui | Oui |
| WE-NET Tâche 6 | Piles à combustible | Obstacles techniques | Oui | Oui |
| WE-NET Tâche 7 | Infrastructure | Coût, obstacles techniques et infrastructure | Oui | Oui |
| WE-NET Tâche 8 | Infrastructure | Infrastructure | Oui | Oui |
| WE-NET Tâche 9 | Infrastructure | Obstacles techniques et infrastructure | Oui | Oui |
| WE-NET Tâche 10 | Infrastructure | Obstacles techniques et infrastructure | Oui | Oui |
| WE-NET Tâche 11 | Infrastructure | Obstacles techniques et infrastructure | Oui | Oui |
| WE-NET Tâche 12 | Hydrogène | Obstacles techniques et infrastructure | Oui | Oui |
| METI | Hydrogène, infrastructure et piles à combustible | Coût, obstacles techniques et infrastructure | La promotion des technologies des piles à combustible est une des nombreuses activités du METI | Oui |
| Réduction de taxe pour les véhicules efficaces | Piles à combustible | Coût | Non. S'applique aux véhicules répondant à des normes d'efficacité énergétique. | Oui |
| Projet Millennium | Hydrogène | Codes et normes | Non. L'accent est mis sur l'hydrogène. | Oui |

## *Allemagne*

**Nom de l'initiative :** Projet Hydrogène de l'aéroport de Munich
**Type d'initiative :** Achats
**Administration :** État (Bavière)
**Description :** Outre la production et l'entreposage sur place d'hydrogène gazeux, le projet permettra de tester le ravitaillement entièrement automatique de voitures avec de l'hydrogène liquide ainsi que l'utilisation d'autobus aéroportuaires dans un cadre répondant aux exigences de sécurité d'un aéroport international. Le coût total, d'environ 34 millions de DM (26,5 millions de dollars CAN), a été assumé par les partenaires du projet et l'État libre de Bavière, qui a fourni 50 % du financement à même le trésor public.
**Année de mise en oeuvre :** Ouverture d'une station de ravitaillement publique en 1999
**Objectif :** Accroître les connaissances sur l'utilisation courante de l'hydrogène comme combustible et sur la faisabilité économique de cette technologie.

**Nom de l'initiative :** Clean Energy Partnership (CEP)
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** Le CEP s'inscrit dans une stratégie nationale de l'Allemagne en matière de développement durable, qui vise à faire la démonstration de technologies innovatrices et à déterminer les préalables techniques et économiques à l'adoption de carburants de remplacement dans le transport routier. Un aspect crucial de ce programme consiste à faire la preuve d'incidences bénéfiques sur l'environnement. Le projet sera centré, dans toute la mesure du possible, sur l'utilisation d'hydrogène issu de sources d'énergie renouvelable.
**Année de mise en oeuvre :** 2002, pour une période prévue de cinq ans
**Objectif :** Montrer que l'hydrogène est un combustible viable pour l'utilisation quotidienne. À Berlin, on aménagera une station de ravitaillement Aral pour laquelle l'hydrogène sera produit sur place.

**Nom de l'initiative :** Future Technology Fuel Cell (Rhénanie-Palatinat)
**Type d'initiative :** Activité de programme
**Administration :** État (Rhénanie-Palatinat)
**Description :** Ce réseau offrira une tribune aux acteurs du domaine des piles à combustible de l'État de Rhénanie-Palatinat. L'instigateur principal de cette initiative a été le ministère de l'Environnement. Le ministère de la Science et le ministère de l'Économie et des Transports ont aussi apporté leur soutien.
**Année de mise en oeuvre :** 2002
**Objectif :** Encourager la transition vers une économie de l'hydrogène s'appuyant sur des sources d'énergie renouvelable.

**Nom de l'initiative :** Initiative Hydrogène et piles à combustible en Hesse
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** État (Hesse)
**Description :** Cette initiative vise à financer l'élaboration et la publication d'un bilan des compétences du secteur des piles à combustible dans l'État de Hesse, bilan qui dresse l'inventaire des champs d'activité et des ressources des participants du secteur.
**Année de mise en oeuvre :** 2002

**Objectif :** Publier, au cours de l'été 2002, un bilan des compétences du domaine des piles à combustible dans l'État de Hesse.
**À noter :** Une initiative semblable, financée par le ministère de l'Économie de l'État, a été mise en oeuvre dans l'État de Mecklenbourg-Poméranie occidentale en février 2002.

**Nom de l'initiative :** Piles à combustible pour les services téléphoniques et l'Internet
**Type d'initiative :** Achats
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** L'Allemagne compte environ 2 700 génératrices Diesel réparties dans l'ensemble du pays, et qui produisent environ 750 MW au total, pour le maintien du service téléphonique et des connexions Internet même en cas de panne du réseau électrique. Dete Immobilien, filiale de Deutsche Telekom chargée des infrastructures, a l'intention de remplacer ces génératrices par des piles à combustible. Une première installation sera mise en service à Munich en septembre 2002. Elle fonctionnera en mode de cogénération, pour offrir une efficacité élevée. Le soutien financier du projet provient du ministère fédéral des Affaires économiques.
**Année de mise en oeuvre :** 2002
**Objectif :** Le projet donnera lieu à l'installation d'environ 100 piles à combustible, qui pourraient réduire de 60 000 tonnes par année les émissions de $CO_2$.

**Nom de l'initiative :** Incitatif à la production
**Type d'initiative :** Mesure fiscale
**Administration :** Gouvernement fédéral
**Description :** Cet incitatif inclut la production combinée de chaleur et d'électricité à partir de piles à combustible, au nombre des mesures à l'appui de la cogénération. Les unités de cogénération à base de piles à combustible recevront un financement de 0,05 euro/kWh (0,08 dollars CAN/kWh), jusqu'à concurrence d'une production de 2 MW. Les fonds proviendront d'une hausse générale des prix de l'électricité.
**Année de mise en oeuvre :** 2001
**Objectif :** Faciliter l'entrée des piles à combustible dans le marché des applications énergétiques stationnaires, tant que les coûts restent supérieurs à ceux des technologies concurrentes.

**Nom de l'initiative :** Programme ZIP
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** Gouvernement fédéral (ministère allemand de l'Économie et de la Technologie)
**Description :** Jusqu'à 2003, un total de 120 millions d'euros (186,9 millions de dollars CAN) seront attribués au programme ZIP, pour des travaux de recherche-développement liés aux technologies sans danger pour l'environnement. Un montant de 60 millions d'euros (92 millions de dollars CAN) est destiné à la mise au point et à la démonstration d'applications portables, mobiles et stationnaires des piles à combustible.
**Année de mise en oeuvre :** Financement alloué jusqu'à 2003
**Objectif :** Mettre au point et faire la démonstration d'applications portables, mobiles et stationnaires des piles à combustible.

**Nom de l'initiative :** Gaz biogènes pour piles à combustible
**Type d'initiative :** Activités de programme
**Administration :** Gouvernement fédéral

**Description :** La Société pour la promotion de l'énergie renouvelable a mis sur pied un groupe de travail fédéral sur les « gaz biogènes pour piles à combustible ». Le groupe cherche des moyens d'utiliser les gaz et les liquides de la biomasse pour produire de l'électricité et de la chaleur à l'aide de piles à combustible. Le projet est parrainé par le ministère fédéral de la Protection des consommateurs, de l'Alimentation et de l'Agriculture.
**Année de mise en oeuvre :** 2002
**Objectif :** Étudier la possibilité d'utiliser les gaz biogènes pour les piles à combustible.

Le tableau suivant résume les politiques et programmes budgétaires allemands relatifs à l'hydrogène, à l'infrastructure et aux technologies des piles à combustible qui ont été présentés ci-dessus.

**Résumé des politiques et des programmes en Allemagne**

| Initiative | Type d'initiative | Administration |
|---|---|---|
| Projet Hydrogène de l'aéroport de Munich | Achats | État |
| Clean Energy Partnership | Dépenses directes | Gouvernement fédéral |
| Future Technology Fuel Cell (Rhénanie-Palatinat) | Activités de programme | État |
| Initiative Hydrogène et piles à combustible en Hesse | Dépenses directes | État |
| Piles à combustible pour les services téléphoniques et Internet | Achats | Gouvernement fédéral |
| Incitatif à la production | Mesure fiscale | Gouvernement fédéral |
| Programme ZIP | Dépenses directes | Gouvernement fédéral |
| Gaz biogènes pour piles à combustible | Activités de programme | Gouvernement fédéral |

Comme le montre le tableau, plusieurs instruments de politique fiscale ont été mis en oeuvre en Allemagne, tant au niveau des États qu'à l'échelle fédérale. Un incitatif à la production disponible en Allemagne vise l'utilisation des piles à combustible dans des applications de cogénération. Une autre mesure fiscale, non présentée ci-dessus mais digne de mention, est l'exemption temporaire de la taxe sur les combustibles, en Allemagne, de tous les combustibles provenant de la biomasse. Cette exemption s'applique au biogaz, à l'essence synthétique et au diesel provenant de la biomasse, au bioéthanol, au biométhanol et à l'hydrogène issu de la biomasse. Les mesures fiscales sont moins nombreuses dans les États, en raison de la compétence limitée de ces derniers en matière de taxation. Les politiques des États semblent plutôt concentrées sur des partenariats public-privé. En effet, plusieurs partenariats de ce genre ont été établis à l'échelon des États en 2002.

Le tableau qui suit montre que les politiques et programmes budgétaires relatifs à l'hydrogène et aux piles à combustible en Allemagne ont visé jusqu'ici l'infrastructure, les technologies des piles à combustible et l'utilisation de l'hydrogène comme combustible. Plusieurs stations de ravitaillement en hydrogène sont maintenant en place en Allemagne. Une attention importante a été accordée à la fois aux applications (stationnaires et portables) de production d'électricité et aux transports. Les obstacles visés par les politiques et programmes budgétaires allemands comprennent les coûts, les obstacles techniques et l'infrastructure. Notons aussi que deux

politiques visent expressément le développement de l'hydrogène à partir de sources renouvelables.

**Évaluation des politiques et des programmes en Allemagne**

| Initiative | Secteur | Obstacles visés | Accent sur l'hydrogène et les piles à combustible | À partir de sources d'énergie renouvelable |
|---|---|---|---|---|
| Projet Hydrogène de l'aéroport de Munich | Infrastructure | Infrastructure | Oui | Oui |
| Clean Energy Partnership | Hydrogène et piles à combustible | Coût et obstacles techniques | Non. S'applique plus largement aux carburants de remplacement pour le transport routier. | Oui. Les sources d'énergie renouvelable sont expressément visées. |
| Future Technology Fuel Cell (Rhénanie-Palatinat) | Piles à combustible | Coût et obstacles techniques | Oui | Oui |
| Initiative Hydrogène et piles à combustible en Hesse | Hydrogène et piles à combustible | Sans objet. Ce projet vise à dresser un bilan des compétences, indiquant les diverses entreprises de l'État oeuvrant dans ce secteur. | Oui | Oui |
| Piles à combustible pour les services téléphoniques et Internet | Piles à combustible | Coût | Oui | Non |
| Incitatif à la production | Piles à combustible | Coût | Non. S'applique aux systèmes de cogénération en général. | Oui |
| Programme ZIP | Piles à combustible | Obstacles techniques | Non. L'accent est mis sur les technologies sans danger pour l'environnement de façon générale. | Oui |
| Gaz biogènes pour piles à combustible | Piles à combustible | Obstacles techniques | Oui | Oui. L'hydrogène provenant de la biomasse est principalement visé. |

## *Union européenne*

**Nom de l'initiative :** Programmes-cadres
**Type d'initiative :** Dépenses directes
**Administration :** Internationale
**Description :** Le financement des travaux de recherche, de développement et de démonstration en Union européenne est assuré par le biais de Programmes-cadres périodiques, d'un budget moyen de 3 à 4 milliards d'euros (4,6 à 6,1 milliards de dollars CAN), administrés par la Direction générale de la Recherche de la Commission européenne. Le cinquième programme-cadre (1998-2002) prévoyait 150 millions d'euros (229 millions de dollars CAN) pour le développement des technologies des piles à combustible et de l'entreposage de l'hydrogène. Le sixième programme-cadre (2002-2006) comporte un budget nettement accru pour le développement de ces technologies. Les détails des affectations n'ont pas été publiés, mais on estime qu'environ 620 millions d'euros (946 millions de dollars CAN) seront attribués aux technologies des piles à combustible et de l'entreposage de l'hydrogène. Le sixième programme-cadre fera une large place aux grands projets intégrés. Le projet de Transport urbain non polluant pour l'Europe (Clean Urban Transport for Europe — CUTE) est un élément du cinquième programme-cadre. Par le biais du programme CUTE, la Commission européenne a alloué 18,5 millions d'euros (28,2 millions de dollars CAN) à neuf villes européennes pour qu'elles adoptent l'hydrogène pour leur réseau de transport en commun. Les villes ayant reçu un tel financement sont Amsterdam, Barcelone, Hambourg, Londres, Luxembourg, Madrid, Porto, Stockholm et Stuttgart.
**Année de mise en oeuvre :** Le cinquième programme-cadre prend fin en 2002 et le sixième programme-cadre est actuellement en préparation.
**Objectif :** Contribuer à la compétitivité internationale de l'industrie européenne et soutenir les politiques de l'Union européenne dans des domaines comme l'environnement, l'énergie et les transports. Le ressort principal des politiques est le développement économique, mais la qualité de l'air et le changement climatique, la sécurité des approvisionnements énergétiques et la pollution par le bruit jouent également un rôle prépondérant.

Les programmes-cadres sont le principal instrument fiscal que s'est donné l'Union européenne. Ces programmes donnent lieu à des dépenses directes sous forme d'un financement de travaux de recherche-développement et d'achats. Les politiques visent à répondre aux besoins en ce qui touche les piles à combustible, l'utilisation de l'hydrogène et l'infrastructure. L'objet principal des programmes-cadres, dans leur volet de développement de l'hydrogène et des piles à combustible, est de surmonter les barrières de coût.

Il y a lieu également de mentionner le Projet européen d'hydrogène intégré (European Integrated Hydrogen Project — EIHP). Dans la seconde phase du projet EIHP (phase EIHP2), les documents préliminaires de réglementation pour l'Europe en ce qui concerne l'hydrogène (élaborés à la phase initiale) seront améliorés et étendus à une réglementation mondiale sur les véhicules routiers alimentés à l'hydrogène. Des règlements sur les inspections périodiques des véhicules, les méthodes de ravitaillement et les vérifications périodiques des éléments et systèmes de l'infrastructure de ravitaillement seront mis au pont. La phase EIHP2 sera une tentative de validation des règlements préliminaires de la phase EIHP1 par le développement et l'implantation de composants et véhicules à l'hydrogène conformes aux règlements projetés.

## 4. Analyse comparative et évaluation

La présente section du rapport dégage les tendances des politiques et programmes budgétaires visant le développement des piles à combustible, de l'hydrogène et de l'infrastructure en Allemagne, au Japon et aux États-Unis. Les facteurs qui ont vraisemblablement contribué au succès de ces chefs de file du développement de l'économie de l'hydrogène et des piles à combustible sont précisés et les progrès accomplis par le Canada dans l'intégration de ces facteurs sont évalués.

L'Allemagne, le Japon et les Etats-Unis sont, comme le Canada, devenus chefs de file mondiaux dans le développement des industries de l'hydrogène et des piles à combustible. Leur position d'avant-garde, ces pays la doivent notamment à des politiques et programmes budgétaires qui soutiennent les industries de l'hydrogène et des piles à combustible. Ces politiques ont été adoptées pour aider à surmonter les obstacles économiques et techniques liés au développement des piles à combustible. Le Japon, l'Allemagne et les États-Unis apparaissent comme des chefs de file dans le domaine du soutien aux démonstrations de production d'énergie par les piles à combustible. Le Japon et l'Allemagne, par ailleurs, sont des précurseurs dans le domaine de l'aménagement d'infrastructures de postes de ravitaillement en hydrogène, ayant construit plusieurs tels postes ces dernières années.

Malheureusement, plusieurs facteurs rendent assez limitées les signes concrets de la capacité de politiques particulières d'influer sur la croissance de l'économie de l'hydrogène et des piles à combustible. Premièrement, les pays qui soutiennent l'économie de l'hydrogène et des piles à combustible par le biais de politiques et programmes budgétaires ont eu tendance à adopter des ensembles de politiques plutôt que des politiques individuelles. Ainsi, il est difficile de discerner l'effet d'une politique de celui d'une autre. Deuxièmement, comme les pays examinés dans cette analyse sont tous des chefs de file du domaine, les possibilités de comparaison sont limitées. Pour évaluer l'effet global de ces politiques, il faudrait comparer la croissance de l'économie de l'hydrogène dans les pays qui sont des chefs de file à sa progression dans d'autres pays. Troisièmement, comme bon nombre de ces politiques sont relativement récentes, les signes probants de leur effet n'ont pas encore été établis.

Les indices d'une progression des industries des piles à combustible et de l'hydrogène sont toutefois de plus en plus visibles. Le marché actuel des piles à combustible est évalué à 218 millions de dollars US (334 millions de dollars CAN). Selon des estimations de Business Communications Company, la valeur du marché atteindra 2,4 milliards de dollars US (3,7 milliards de dollars CAN) d'ici 2004 et 7 milliards de dollars US (10,7 milliards de dollars CAN) d'ici 2009. Allied Business Intelligence (ABI) estime qu'en 2010 les automobiles à piles à combustible représenteront 4 % du marché des véhicules aux États-Unis, soit l'équivalent de 608 000 véhicules. De même, ABI estime que la valeur actuelle du marché des applications stationnaires des piles à combustible, de 40 millions de dollars US (61 millions de dollars CAN), dépassera 10 milliards de dollars US (15 milliards de dollars CAN) d'ici 2010, que la capacité globale de production d'énergie des piles à combustible sera multipliée par 150, tandis que la capacité mondiale de production d'électricité à partir de piles à combustible stationnaires atteindra plus de 15 000 MW en 2011, comparativement à seulement 75 MW en 2001[14]. De récentes estimations présentées par PricewaterhouseCoopers[15] indiquent qu'entre 2007 et 2011 l'industrie des piles à combustible[16] croîtra à un taux annuel moyen composé de 75 %. Des exemples précis

[14] Voir www.fuelcells.org

[15] PricewaterhouseCoopers, 2002, « Fuel Cells: The Opportunity for Canada », PricewaterhouseCoopers.

[16] Qui, par définition, englobe les entreprises et organismes actifs dans la recherche, le développement, la production, l'intégration de systèmes et la distribution de piles à combustible et de composants, ainsi que

de croissance de l'industrie témoignent de la capacité des politiques et programmes budgétaires adoptés d'accroître la pénétration des marchés de l'hydrogène et des piles à combustible. Voici quelques-uns de ces exemples.

- En 2001, le Japon a achevé la réalisation de ses deux premières stations de ravitaillement en hydrogène : une installation munie d'un reformeur de gaz naturel a été construite à Osaka, tandis qu'une autre comportant un électrolyseur a été mise en place au Shikoku Research Institute, à Takamatsu. Les stations ont actuellement une capacité de 24 à 30 opérations de ravitaillement par jour. En juillet 2002, une troisième station a été terminée, et cinq autres sont prévues d'ici la fin de 2003.
- En Allemagne, trois partenariats privé-public à l'échelon des États ont été introduits en 2002.
- En Allemagne aussi, toujours en 2002, les plans visant à installer des piles à combustible dans une centrale électrique ont été achevés. Le système à piles à combustible, qui produira de la chaleur et de l'électricité, sera installé dans une centrale existante au cours de l'été 2003. Ce projet représente un investissement d'environ 6,2 millions d'euros (9,4 millions de dollars CAN) et est financé en partie par le ministère fédéral de l'Économie de l'Allemagne.
- Certaines des plus grandes installations de piles à combustible au monde se trouvent aux États-Unis. L'Alaska possède une plus grandes centrales à piles à combustible au monde (cinq blocs d'alimentation à pile à combustible PC25 ont été mis en place dans une installation postale à Anchorage, en Alaska, il y a moins d'un an). Par ailleurs, une des plus grandes installations à pile à combustible sera construite au Connecticut. Six blocs d'alimentation à piles à combustible PC25, produisant chacun 200 kW d'électricité et 900 000 BTU de chaleur, seront la source d'alimentation primaire de la Connecticut Juvenile Training School, à Middletown, dans le Connecticut.
- Au Japon, le gouvernement s'est donné un objectif de 50 000 voitures à piles à combustible en circulation sur les routes du pays pour l'année 2010. Cette initiative, menée par le ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie et évaluée à environ 32 millions d'euros (48,5 millions de dollars CAN), est réalisée de concert avec General Motors, Toyota, Nissan, Honda et DaimlerChrysler.
- Une entreprise de services publics allemande installera 25 piles à combustible pour le chauffage domestique en 2002. À la fin de 2004, le nombre de ces unités aura atteint 55.
- Plug Power, qui est une entreprise de l'industrie des piles à combustible aux États-Unis, a livré 132 systèmes à piles à combustible en 2001; de ces derniers, 81 ont été livrés au quatrième trimestre.
- Les États-Unis ont un programme visant à faciliter l'utilisation des piles à combustible aux sites d'enfouissement et aux usines de traitement des eaux usées, et plusieurs systèmes sont déjà en place partout dans le pays.
- Dans le cadre du Climate Change Fuel Cell Program du ministère américain de la Défense, plus de 18,8 millions de dollars US (28,8 millions de dollars CAN) ont été attribués à l'achat de 94 unités à piles à combustible. Le Residential Fuel Cell Demonstration Program a donné lieu à l'installation de 21 unités à 12 sites militaires au pays.

La comparaison des approches utilisées par ces pays d'avant-garde pour faciliter la croissance des industries des piles à combustible et de l'hydrogène met en évidence plusieurs tendances. On peut ainsi dégager les facteurs qui, vraisemblablement, ont contribué à la capacité des politiques et programmes budgétaires d'influer sur les industries des piles à combustible et de l'hydrogène au Japon, en Allemagne et aux États-Unis. Ces tendances sont décrites ci-dessous.

---

les entreprises et organismes qui tirent, ou prévoient tirer, une partie importante de leurs revenus de la vente de biens et de services au groupe défini ci-dessus.

1. Les pays considérés dans la présente analyse ont mis en oeuvre une gamme variée de politiques et programmes budgétaires. Les dépenses directes sont la forme d'intervention la plus courante, mais le Japon, l'Allemagne et les États-Unis ont aussi prévu des mesures fiscales, des prêts, des programmes d'achats et des dépenses liées aux activités de programme. En ayant recours à la fois à des politiques et à des programmes, ces pays ont pu cibler et surmonter tout un éventail d'obstacles économiques et techniques.
2. Les politiques et programmes budgétaires des pays considérés ont été axées à la fois sur les applications (stationnaires et portables) de production d'électricité et sur les transports. Il existe maintenant plusieurs exemples d'utilisation des technologies des piles à combustible dans des applications de production d'électricité. Parmi ces applications, notons l'utilisation de piles à combustible pour les services téléphoniques et l'Internet, dans des unités de cogénération, par des fournisseurs publics d'énergie et pour le chauffage domestique.
3. Les politiques et programmes budgétaires, de plus en plus, vont au-delà de la recherche-développement et visent également la mise en oeuvre de la technologie et de l'infrastructure. Les applications concrètes des piles à combustible (tant pour les transports que pour la production d'énergie) se font de plus en plus nombreuses, et sont facilitées par des politiques et programmes budgétaires au Japon, en Allemagne et aux États-Unis.
4. Des politiques et des programmes ont été mis en oeuvre en Allemagne et aux États-Unis, aussi bien au niveau fédéral qu'à celui des États. Compte tenu du caractère mondial des industries des piles à combustible et de l'hydrogène et de la possibilité pour les entreprises de se déplacer ailleurs selon la compétitivité des diverses régions, l'existence de tels programmes coordonnés à l'échelle fédérale et des États est essentielle.
5. On note une tendance vers l'élaboration et l'adoption d'une approche harmonisée, à long terme, pour favoriser l'essor des technologies des piles à combustible et d'une infrastructure d'utilisation de l'hydrogène comme combustible. Le Japon est un chef de file dans ce domaine, s'étant donné une stratégie sur 30 ans (le programme WE-NET) pour le développement d'une économie de l'hydrogène. Au Japon également, le METI a veillé à l'élaboration et à la mise en oeuvre d'un plan global et à long terme pour la commercialisation des technologies des piles à combustible. Les États-Unis empruntent la même voie, par le biais d'un plan directeur pour l'hydrogène et d'un rapport au Congrès, ainsi que d'une restructuration tout juste terminée (au 1er juillet 2002) du ministère de l'Énergie, en vertu de laquelle la majorité des travaux relatifs aux technologies des piles à combustible, à l'hydrogène et à l'infrastructure seront désormais coordonnés sous un même chapiteau, soit le Hydrogen, Fuel Cell and Infrastructure Program du ministère de l'Énergie.
6. Les politiques et programmes budgétaires doivent être appuyés par des ressources financières suffisantes. Tant que les coûts élevés des technologies des piles à combustible et de l'hydrogène, comme aussi de l'infrastructure, ne diminueront pas, il importe que les gouvernements apportent un financement suffisant pour surmonter les obstacles existants, faire baisser les coûts et accroître la pénétration du marché.

Pour formuler des recommandations sur les politiques et programmes budgétaires qu'il conviendrait de mettre en oeuvre au Canada, il est utile d'examiner dans quelle mesure les facteurs ci-dessus s'appliquent aux politiques et programmes canadiens actuels. Comme l'indique le tableau ci-dessous, le Canada, en comparaison du Japon, de l'Allemagne et des États-Unis, n'a pas déployé un ensemble d'instruments pour favoriser l'essor d'une économie de l'hydrogène et des piles à combustible. Au Canada, les politiques et programmes budgétaires relatifs à l'hydrogène et aux piles à combustible ont été axés principalement sur les obstacles techniques par le biais de la recherche-développement plutôt que sur la mise en oeuvre et la démonstration de

produits. Les efforts canadiens n'ont pas visé à vaincre les obstacles au niveau des coûts par des mesures fiscales. Dans le passé, le Canada a fourni un soutien relativement moins grand aux programmes de démonstration à grande échelle et semble avoir concentré ses efforts sur les applications des piles à combustible dans les transports. Les activités de démonstration soutenues par les gouvernements canadiens ont visé surtout les applications mobiles des piles à combustible et l'infrastructure, plutôt que les applications stationnaires et portables de production d'électricité. L'Allemagne a un programme de démonstration visant à intégrer des applications des piles à combustible au secteur résidentiel et met en place des piles à combustible pour alimenter les services téléphoniques et l'Internet. Les États-Unis ont soutenu le déploiement d'applications stationnaires à grande échelle visant à produire de l'électricité dans des immeubles institutionnels et commerciaux. Ces programmes, à une telle échelle, sont inexistants au Canada. Il manque au Canada un engagement et une méthodologie à long terme, coordonnés par le gouvernement fédéral, pour le développement d'une économie des piles à combustible et de l'hydrogène.

| **Facteur de réussite** | **Intégration de ces facteurs au Canada** |
|---|---|
| Recours à une gamme variée de politiques et programmes budgétaires | Le Canada n'a pas eu recours à un ensemble de politiques et de programmes comme il en existe un au Japon, en Allemagne et aux États-Unis. Le Canada a largement concentré ses efforts sur les dépenses directes. L'utilisation de mesures fiscales à l'appui d'une économie de l'hydrogène et des piles à combustible fait largement défaut au Canada. |
| Accent à la fois sur les applications (stationnaires et portables) de production d'électricité et sur les transports | Les activités de démonstration soutenues par les gouvernements canadiens ont visé surtout les applications mobiles des piles à combustible et l'infrastructure, plutôt que les applications stationnaires et portables de production d'électricité. L'Allemagne et les États-Unis, par contre, ont des programmes visant l'implantation de génératrices à piles à combustible dans les résidences et dans le secteur commercial et institutionnel. De plus, en Allemagne, il y a des piles à combustible qui servent à alimenter les services téléphoniques et l'Internet. |
| Accent sur la mise en oeuvre | Le Canada accuse un retard par rapport aux autres pays en matière de commercialisation des technologies et de démonstration de l'infrastructure. |
| Adoption de politiques à l'échelle des États et du gouvernement fédéral | Bien que des politiques et programmes budgétaires aient été adoptés en Colombie-Britannique, les autres provinces tirent de l'arrière. |
| Élaboration d'une stratégie harmonisée, à long terme | Le Canada n'a pas d'organisme gouvernemental unique voué aux technologies des piles à combustible et de l'hydrogène et n'a pas encore élaboré de stratégie à long terme pour le développement des piles à combustible, de l'hydrogène et de l'infrastructure. |
| Soutien financier suffisant | Le financement est insuffisant au Canada par rapport à celui qui est offert aux États-Unis, au Japon et en Allemagne[17]. |

[17] PricewaterhouseCoopers, 2002, « Fuel Cells: The Opportunity for Canada », PricewaterhouseCoopers.

## 5. Développement d'une économie de l'hydrogène et des piles à combustible au Canada

À la lumière de ce qui précède, il paraît utile de faire des recommandations précises quant à la conception et à la mise en oeuvre de politiques et programmes budgétaires pour une économie de l'hydrogène et des piles à combustible au Canada. Ces recommandations sont énoncées et expliquées ci-dessous.

1. Le gouvernement canadien devrait déployer un **ensemble de politiques et de programmes budgétaires** visant expressément à surmonter les obstacles actuels[18].

Ces instruments comprendront non seulement les programmes de dépenses directes déjà en vigueur, mais aussi un financement accru destiné à des programmes d'achat et de démonstration ainsi que l'introduction progressive de mesures fiscales. Les programmes de démonstration et d'achat sont importants à court terme, tandis que les aspects techniques et les coûts demeurent des obstacles de taille à l'adoption à grande échelle des piles à combustible et de l'hydrogène. Le rôle de catalyseur de la création de marchés, par le biais de programmes de démonstration et d'achat, convient bien aux gouvernements. Des programmes de ce genre, qui permettent de montrer la viabilité et la capacité de commercialisation des piles à combustible, ont été mis en oeuvre aux États-Unis, en Allemagne et au Japon.

Une fois les obstacles techniques en grande partie surmontés, l'adoption de mesures fiscales est particulièrement importante pour aider à vaincre les barrières de coût et à accroître la pénétration du marché à long terme. Des mesures fiscales peuvent être adoptées par tous les paliers de gouvernement au Canada en vue d'atténuer le coût de production et d'utilisation des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible. Le gouvernement fédéral peut concentrer ses efforts sur les crédits d'impôt sur le revenu et sur le capital, les crédits d'impôt au titre de la recherche-développement et les exemptions de la taxe sur le carburant et de la taxe de vente. Les gouvernements provinciaux peuvent instaurer des exemptions de la taxe sur le carburant et de la taxe de vente ainsi que des crédits d'impôt au titre de la recherche-développement, tandis que les municipalités peuvent rajuster les impôts fonciers et les paiements des services publics.

2. Mettre en oeuvre des politiques et programmes budgétaires qui ciblent les **applications des piles à combustible aussi bien dans le domaine de la production d'électricité (stationnaire et portable) que dans celui des transports**

Le Canada a la possibilité de prendre une importante part du marché des piles à combustible aussi bien dans les applications (stationnaires et portables) de production d'électricité que dans les transports. Selon des études de la Business Communications Company, le marché des piles à combustible pour les génératrices atteindra une valeur de 850 millions de dollars US (1 303 millions de dollars CAN), celui des équipements électroniques portables, de 200 millions de dollars US (307 millions de dollars CAN), celui des applications militaires et aérospatiales, de 200 millions de dollars US (307 millions de dollars CAN), et celui des

[18] L'adoption de politiques autres que budgétaires, comme la prescription de normes d'efficacité et de quotas pour les véhicules à émissions faibles ou nulles jouera aussi un rôle important dans le développement d'une économie de l'hydrogène au Canada.

véhicules à piles à combustible, de 750 millions de dollars US (1 150 millions de dollars CAN)[19].

Les activités de démonstration soutenues par les gouvernements canadiens ont été largement concentrées sur les applications mobiles des piles à combustible et sur l'infrastructure connexe. L'infrastructure de soutien des applications mobiles des piles à combustible est en effet importante. Une stratégie pour surmonter certains des obstacles touchant le développement de l'infrastructure, à court terme, consiste à utiliser l'infrastructure existante dans toute la mesure du possible. Le gouvernement fédéral, dans son effort pour faire du Canada le pays le plus branché au monde, a utilisé une telle stratégie. Pour atteindre son objectif d'augmentation des branchements Internet au Canada, le gouvernement fédéral a adopté un ensemble de politiques ciblant différents secteurs. Un des facteurs clés de la réussite de ces programmes est l'utilisation de l'infrastructure existante (lignes téléphoniques et réseau de câblodistribution), du moins initialement, pour raccorder les Canadiens à l'Internet. Une stratégie semblable pourrait être appliquée au développement d'une industrie des piles à combustible dans les transports au Canada. Pour la capacité de production d'hydrogène, on pourrait privilégier l'infrastructure de ravitaillement existante (installations et approvisionnement en d'autres matières de base), afin de disposer d'une infrastructure accessible et de réduire au minimum, à court terme, le besoin d'une nouvelle infrastructure. À long terme, pour maximiser les avantages environnementaux, la priorité devrait être déplacée vers la production d'hydrogène à partir de sources d'énergie renouvelable.

En même temps toutefois, il importe de développer le marché des piles à combustible pour la production d'électricité (stationnaire et portable). Les États-Unis, le Japon et l'Allemagne consacrent des sommes substantielles à l'essor de ce marché complémentaire des piles à combustible. Et comme l'indiquent les chiffres ci-dessus, le marché de la production d'électricité à partir de piles à combustible est appelé à croître considérablement.

Il importe également d'adopter des politiques et programmes budgétaires qui visent expressément la production d'hydrogène à partir de sources d'énergie renouvelable. Le Japon, l'Allemagne et les États-Unis ont tous incorporé de telles politiques dans leurs plans globaux de développement du secteur des piles à combustible et de l'hydrogène. Les politiques et programmes du Canada dans ce domaine ont du retard sur ces pays. Les avantages environnementaux du soutien aux piles à combustible sont moins grands si les politiques ne visent pas le recours à une source d'énergie renouvelable pour l'hydrogène. Or, les bienfaits pour l'environnement sont une des principales raisons du développement des piles à combustible et de l'hydrogène. C'est donc dire qu'avec le temps, les mesures d'amélioration de l'environnement s'intensifiant, les pays qui sont déjà des chefs de file dans ce domaine seront avantagés. En bref, tandis qu'à court et à moyen terme les politiques peuvent viser la production d'hydrogène à partir de sources procurant une certaine diminution des gaz à effet de serre, à long terme, les politiques devraient viser la production d'hydrogène à partir de sources d'énergie renouvelable.

3. Tout en maintenant le soutien aux activités de recherche-développement, **mettre davantage l'accent sur la mise en oeuvre et la démonstration aussi bien des technologies des piles à combustible que de l'infrastructure de l'hydrogène.**

La démonstration des produits est un important aspect du développement d'une économie de l'hydrogène et des piles à combustible. Cruciale pour accélérer l'adoption de technologies

[19] Voir www.fuelcells.org

émergentes comme les piles à combustible, la démonstration fait valoir les usages et les avantages possibles et attire l'attention sur les questions de sécurité et d'efficacité. Elle permet aussi d'établir le rendement initial et la fiabilité, de réduire les coûts et d'améliorer la durabilité et l'efficacité. Les politiques et programmes budgétaires sont nécessaires au soutien des projets de démonstration, tant pour les technologies des piles à combustible que pour l'infrastructure de l'hydrogène. Une façon d'y parvenir est d'accentuer les programmes d'achat visant des applications des piles à combustible dans les transports et la production d'électricité ainsi que les infrastructures de distribution et de ravitaillement. Des applications pratiques des technologies sont nécessaires pour montrer la viabilité des produits et progresser vers une commercialisation à grande échelle.

4. **Encourager les gouvernements provinciaux à adopter des politiques et programmes budgétaires complémentaires**, afin d'accroître considérablement l'attrait du Canada comme foyer d'activités dans les technologies des piles à combustible et de l'hydrogène.

Les provinces devraient aussi adopter un ensemble de politiques et de programmes budgétaires ciblant à la fois les applications des piles à combustible dans les transports et la production d'électricité. Le gouvernement fédéral peut faciliter l'instauration de telles politiques et programmes par des discussions avec les provinces et l'adoption de politiques complémentaires à l'échelon fédéral. Le Canada doit amener d'autres provinces que la Colombie-Britannique à s'engager dans la mise en oeuvre de politiques et de programmes budgétaires visant une économie de l'hydrogène et des piles à combustible. Cela s'impose notamment en Ontario et au Québec, où sont concentrées l'industrie des équipements de transport et d'importantes industries consommatrices d'énergie. Les crédits d'impôt au titre de la recherche-développement de la Colombie-Britannique et du gouvernement fédéral sont un bon exemple de ces politiques budgétaires harmonisées.

5. Élaborer et commencer à déployer **une stratégie coordonnée à long terme pour le développement d'une économie des piles à combustible et de l'hydrogène** au Canada.

La stratégie à long terme devrait énoncer les plans, les mesures, les politiques et les programmes qui seront adoptés pour surmonter graduellement les obstacles reconnus. La stratégie devrait inclure un calendrier menant à l'atteinte d'objectifs définis et être coordonnée par un organisme gouvernemental unique, comme c'est maintenant le cas aux États-Unis. Le plan à long terme devrait être élaboré en consultation avec l'industrie et les organisations canadiennes pertinentes. Le gouvernement fédéral s'est engagé à faire du Canada le pays le plus branché au monde. Pour atteindre cet objectif, il a mis en oeuvre le programme Brancher le Canada au reste du monde, vaste initiative visant à offrir l'accès l'Internet à tous les secteurs et régions du Canada. Un engagement et une stratégie semblables sont nécessaires pour les piles à combustible et l'hydrogène.

6. Enfin, **consacrer des ressources financières suffisantes** au soutien de l'ensemble des politiques et programmes.

Si le Canada veut demeurer concurrentiel face à des pays comme les États-Unis, le Japon et l'Allemagne, les politiques et programmes budgétaires canadiens doivent apporter un soutien au moins aussi robuste que celui offert dans ces autres pays.

QUEEN TP 359 .H8 T314 2002 c
Taylor, Amy
Cadre budgétaire pour une

**DATE DUE**
DATE DE RETOUR

| | |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

CARR McLEAN 38-296

INDUSTRY CANADA/INDUSTRIE CANADA
170161