



Industrie
Canada

Industry
Canada

Évaluation finale du Programme des adhérents pionniers de l'hydrogène (APh2)

RAPPORT FINAL

25 mars 2008

Présenté et approuvé par le CME
le 9 juin 2008

Canada

On peut obtenir cette publication sur supports accessibles, sur demande. Communiquer avec la :

Section des services du multimédia
Direction générale des communications et du marketing
Industrie Canada
Bureau 264D, tour Ouest
235, rue Queen
Ottawa (Ontario) K1A 0H5
Tél. : 613-948-1554
Télec. : 613-947-7155
Courriel : production.multimedia@ic.gc.ca

Autorisation de reproduction

À moins d'indication contraire, l'information contenue dans cette publication peut être reproduite, en tout ou en partie et par quelque moyen que ce soit, sans frais et sans autre permission d'Industrie Canada, pourvu qu'une diligence raisonnable soit exercée afin d'assurer l'exactitude de l'information reproduite, qu'Industrie Canada soit mentionné comme organisme source et que la reproduction ne soit présentée ni comme une version officielle ni comme une copie ayant été faite en collaboration avec Industrie Canada ou avec son consentement.

Pour obtenir l'autorisation de reproduire l'information contenue dans cette publication à des fins commerciales, faire parvenir un courriel à copyright.droitdauteur@tpsgc.gc.ca.

N.B. Dans cette publication, la forme masculine désigne tant les femmes que les hommes.

N° de catalogue Iu4-139/2008F-PDF
ISBN 978-0-662-04386-7
60487

Also available in English under the title *Final Evaluation of the Hydrogen Early Adopters*.

Version traduite. La version anglaise de ce rapport doit prévaloir en cas d'incohérence.

TABLE DES MATIÈRES

Sommaire	i
1. Introduction	1
1.1 Contexte.....	1
1.2 Objectif.....	1
1.3 Approche.....	1
1.4 Méthodologies.....	2
1.5 Limites de l'étude et mesures d'atténuation.....	4
2. Vue d'ensemble du secteur	5
2.1 Profil du secteur international.....	5
2.2 Profil du secteur canadien.....	5
3. Profil du programme	10
3.1 Information sur le programme.....	10
3.2 Information sur les projets.....	12
4. Résultats : pertinence	16
4.1 Harmonisation avec les besoins de l'industrie.....	16
4.2 Évolution de l'industrie.....	17
5. Résultats : Succès	20
5.1 Conclusion générale.....	20
5.2 Apprentissage technique et organisationnel.....	20
5.3 Succès commercial.....	21
5.4 Codes et normes.....	23
5.5 Sensibilisation et acceptation.....	24
6. Résultats : Conception, mise en œuvre et rapport coût-efficacité	26
6.1 Conception du programme et des projets.....	26
6.2 Mise en œuvre du programme.....	28
7. Conclusions	32

Annexe A – Membres du comité directeur de l'évaluation

Annexe B – Liste des personnes interrogées

Annexe C – Études de cas

Annexe D – Partenariats et coalitions intéressés au programme APh2

NOTE :

Les annexes sont disponibles par demande d'Accès à l'information.

SOMMAIRE

Contexte

Le Programme des adhérents pionniers de l'hydrogène (APh2) a été lancé à la fin de l'automne 2003 dans le but d'accélérer l'adoption par le marché de technologies de l'hydrogène et d'autres technologies compatibles pour faciliter le passage à une économie axée sur l'hydrogène. Par l'entremise de Partenariat technologique Canada (PTC) (devenu depuis l'Office des technologies industrielles (OTI)), un soutien a été accordé principalement à des initiatives de consortium regroupant des partenaires des secteurs public et privé qui visaient à valider ces technologies dans le cadre de projets de démonstration et à mettre en valeur les capacités canadiennes.

La Direction générale de la vérification et de l'évaluation (DGVE) d'Industrie Canada a été chargée de la gestion de l'évaluation. Tout au long du processus, des rapports d'avancement ont été présentés à un comité directeur de l'étude de l'évaluation pour fins de commentaires (voir l'annexe A pour la liste des membres du comité directeur). Industrie Canada (IC) a confié la réalisation de l'évaluation à la société Hickling Arthurs Low (HAL).

Aperçu du programme

Le programme APh2, qui a été mis en œuvre à l'automne 2003, devrait se terminer en mars 2008. Lancé dans le cadre du Plan du Canada sur les changements climatiques, un programme quinquennal du gouvernement fédéral doté d'un budget de 215 millions de dollars, le programme APh2 a reçu de cette source un financement initial de 60 millions de dollars. De ce montant, 10 millions de dollars ont été alloués à l'Alliance canadienne sur les piles à combustible dans les transports (ACPCT) en vue de prolonger de deux ans la durée de ce programme géré par Ressources naturelles Canada (RNCan).

Entre 2003 et 2006, plus de 40 coalitions ont présenté des demandes de financement officielles au programme APh2. Ces partenariats distincts représentaient 87 organisations, dont 39 étaient des sociétés regroupant 60 % de l'industrie canadienne de l'hydrogène en 2003¹.

Un changement de priorités et un examen des dépenses au début 2006 ont entraîné une réduction du financement accordé au programme APh2 et un gel des dépenses à l'égard de tout nouveau projet. Au moment de la réalisation de la présente évaluation, le programme avait financé six projets au total; dont un s'était terminé par consentement mutuel, un autre était inactif et quatre projets étaient toujours en cours. Ces quatre projets représentent plus de 50 entreprises, notamment des fournisseurs de technologie, des partenaires de financement, des utilisateurs finaux et des fournisseurs secondaires, et englobent une grande diversité de technologies et d'applications. Comme l'indique le tableau 1, on a alloué au total 20,5 millions de dollars à des projets du programme APh2.

¹ Principaux indicateurs de rendement, programme APh2, 20 février 2007

Tableau 1 – Investissements consentis dans le cadre du programme APh2

Titre du projet	Financement	Participants
Technologies de l'hydrogène dans les véhicules utilitaires	4,25 millions \$	Hydrogenics Corporation, Deere & Company, Hydrogenics Test Systems Inc., Emerson Network Power Canada
Piles à combustible aux fins de production d'électricité et de chauffage résidentiels	935 000 \$	Fuel Cell Technologies Ltd., Ontario Power Generation Inc. et l'Université de Toronto à Mississauga
Véhicules de navette à moteur à combustion interne à l'hydrogène (MCIH2)	4,2 millions \$	Ford du Canada Limitée et Advanced Technologies and Fuels Canada Inc.
Projet intégré d'utilisation d'hydrogène résiduel	6,0 millions \$	Sacré-Davey Innovations Inc., Sacré Consultants Ltd., Westport Innovations Inc., Westport Research Inc.
Projet de village à centrale éolienne de production d'hydrogène dans l'Île-du-Prince-Édouard *	5,1 millions \$	Hydrogenics Corporation et Prince Edward Island Energy Corporation.

* Ce projet n'ayant pas été mis en œuvre n'a pas été inclus dans l'étude.

Approche

À titre d'évaluation finale, l'étude a porté sur les principaux points suivants : la pertinence, la conception et la prestation, la réussite (en mettant l'accent sur les résultats) et le rapport coût-efficacité, en se fondant sur trois démarches d'enquête : un examen des documents; des entrevues avec les représentants de PTC/OTI, Industrie Canada, Ressources naturelles Canada (RNCan), les membres des consortiums de projets et les associations industrielles; et des études de cas des quatre projets APh2.

L'étude a été réalisée en deux étapes. La première étape visait deux projets (Technologies de l'hydrogène dans les véhicules utilitaires et Piles à combustible aux fins de production d'électricité et de chauffage résidentiels) terminés ou arrivant à terme au cours de l'exercice 2006-2007, et la deuxième étape couvrait les deux autres projets (Véhicules de navette à moteurs à combustion interne à l'hydrogène (MCIH2) et Projet intégré d'utilisation d'hydrogène résiduel) en cours pendant l'exercice 2007-2008.

Méthodologies

Au cours de la première et de la deuxième étape, 42 entrevues ont été menées auprès du personnel de PTC/OTI, d'Industrie Canada et de RNCan, des sociétés responsables des projets, des membres des consortiums de projets, des fournisseurs, des partenaires de soutien et des personnes participant à des projets non financés. Des études de cas ont été préparées pour les quatre projets financés afin de mieux comprendre la raison-d'être du projet, les rôles et les

responsabilités des participants, les questions liées à la mise en œuvre des projets, l'atteinte des objectifs et les aspects de rentabilité. Les études de cas comprenaient également des visites de site qui ont permis de brosser un portrait plus détaillé de la mise en œuvre du programme.

Résultats de l'évaluation

Pertinence

De l'avis des représentants du gouvernement et de l'industrie, le programme APh2 répondait aux besoins de l'industrie lors de sa création en 2003. Depuis, l'industrie a connu une évolution considérable sur le plan de la technologie et du développement industriels, ainsi que des succès commerciaux. Toutefois, les organisations industrielles n'ayant pas suivi un rythme d'évolution semblable, elles divergent d'opinion quant à la meilleure façon de soutenir le développement continu de l'industrie.

Réussite

Le nombre de projets financés par le programme APh2 est conforme aux estimations initiales, mais moins d'activités de démonstration que prévu n'ont été soutenues dans le cadre de ces projets, ce qui a réduit la gamme d'expériences de développement en matière d'applications de l'hydrogène et des piles à combustible pour l'industrie canadienne. Des progrès ont été réalisés même si les objectifs initiaux visant à appuyer la création et le développement de l'Autoroute de l'hydrogène en Colombie-Britannique et du Village de l'hydrogène à Toronto n'ont pas été entièrement atteints. Dans l'ensemble, les quatre projets APh2 mis en œuvre se sont concrétisés par des réussites.

La plupart des entreprises participantes ont acquis une expérience technique et amélioré de façon générale leurs capacités sur le plan des technologies de l'hydrogène. L'expérience tirée des activités de démonstration est vitale et a permis, dans certaines situations, d'enrichir aussi les apprentissages organisationnels. Les deux grands projets les plus complexes ont donné lieu à un apprentissage plus important du fait qu'un plus grand éventail de technologies a été démontré, comparativement aux projets de plus petite envergure.

Les succès commerciaux ont été négligeables pour l'ensemble des entreprises, à l'exception de Hydrogenics Corporation qui, par suite d'une démonstration d'un système d'alimentation de secours, a été en mesure de conclure une commande ultérieure importante avec une entreprise américaine spécialisée dans les systèmes d'alimentation d'urgence, qui avait participé à une activité de démonstration. Bien que les succès commerciaux aient été mitigés, le programme APh2, par le biais des démonstrations, a fait progresser les technologies de l'hydrogène jusqu'à un stade rapproché de la commercialisation.

En règle générale, les démonstrations ont révélé que les codes et les normes n'étaient pas des barrières comme l'avaient considéré au départ de nombreuses entreprises. Les permis et les approbations nécessaires ont été délivrés pour l'ensemble des activités de démonstration. Le principal défi pour bon nombre de ces activités était de décrire leur mode de fonctionnement et

de montrer aux diverses parties concernées par l'évaluation de la conformité comment les préoccupations sur le plan de la sécurité étaient prises en considération.

Il y a eu une conscientisation et une acceptation de la technologie de l'hydrogène principalement à deux niveaux. Au premier niveau, parmi les représentants officiels et les individus participant directement aux activités de démonstration, y compris les premiers intervenants (pompiers, policiers, ambulanciers, etc.), les techniciens, les mécaniciens et les gestionnaires d'immeubles, on a indiqué que toutes les activités de démonstration avaient grandement contribué à accroître la sensibilisation. À un niveau plus large de sensibilisation publique, les résultats ont varié pour différentes raisons, notamment le degré de visibilité publique des activités de démonstration, le degré d'accès du public aux sites de démonstration, le nombre de sessions de sensibilisation et le fait que les activités de démonstration de deux des projets (de Ford et de Sacré-Davey) n'avaient pas encore été réalisées au moment de l'évaluation.

Conception et mise en œuvre du programme

Conception du programme et des projets

Les participants conviennent que les ententes de partenariat sont un facteur clé dans le développement des technologies et des marchés pour l'industrie. De façon générale, ils ont accepté l'exigence du programme de créer un consortium, mais certains ont indiqué qu'ils étaient parvenus à un niveau élevé de développement technologique à l'intérieur de la chaîne d'approvisionnement en collaboration avec diverses sociétés dans le cadre de projets qui n'imposaient pas cette exigence. En définitive, les demandeurs ont accepté l'idée d'un consortium, mais la disposition relative à la responsabilité, qui a été prévue afin de réduire le risque financier pour le gouvernement, posait problème pour certaines entreprises. En effet, l'exigence selon laquelle tous les membres du consortium étaient solidairement responsables du projet constituait un risque financier que certaines entreprises hésitaient à endosser.

Outre l'exigence du consortium et la disposition connexe relative à la responsabilité mises en place pour stimuler la réussite du programme et minimiser le risque financier pour le gouvernement, l'évaluation a mis en lumière d'autres caractéristiques des projets qui ont également joué un rôle dans l'atteinte des résultats :

- *Taille du projet* : Les deux plus grands projets comportant de nombreuses démonstrations – ceux des sociétés Hydrogenics et Sacré-Davey – ont mieux réussi à faire la démonstration de leurs résultats que les projets de plus petite envergure, et moins complexes.
- *Type d'utilisateurs* : La participation d'entreprises à titre d'utilisateurs plutôt que d'institutions a contribué à mettre en valeur les applications commerciales, faisant ainsi progresser le développement technologique.
- *Situation financière des sociétés responsables* : les sociétés responsables de la direction des projets dont la situation financière était saine ou dont les compétences en gestion étaient pertinentes ont eu plus de facilité à gérer les exigences administratives du programme.

Mise en œuvre

Portée du programme : le programme a atteint les entreprises ciblées. Ces entreprises (dont la plupart étaient des PME, à l'exception de Ford Canada, Deere & Company, Purolator Courier et Bell Canada) étaient des fournisseurs de technologies de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, des utilisateurs et des fournisseurs ainsi que des organismes gouvernementaux responsables.

Processus de présentation des demandes : Le processus de demande concurrentiel a été jugé approprié par la plupart des demandeurs interrogés ayant utilisé avec succès ce mécanisme, mais un grand nombre de demandeurs, ayant utilisé le processus avec ou sans succès, sont d'avis qu'il est rigide et chronophage. Les interactions entre le programme responsable et les entreprises dans un secteur en développement comme celui de l'hydrogène et des piles à combustible sont importantes à toutes les étapes depuis le processus de demande à la signature de l'entente jusqu'à l'établissement de rapports sur les résultats. On a laissé entendre qu'il n'y avait pas suffisamment de ressources au niveau ministériel lorsque le programme a été mis en œuvre pour gérer efficacement la forte participation.

Diligence raisonnable : Dans l'ensemble, on a jugé que le programme APh2 était trop rigide dans l'élaboration et l'application des procédures destinées à une industrie qui n'est pas entièrement parvenue à maturité et qui est sujette à un changement technologique rapide. Les conditions du programme étaient appropriées aux activités de démonstration des technologies existantes (ce qui répond à l'objectif du programme), mais moins pertinentes aux projets faisant encore l'objet de développement, qui comportaient, de façon inattendue, certaines technologies dont la démonstration avait été faite dans le cadre de projets financés. La réattribution de dossiers, rendue nécessaire par des changements de personnel au cours du cycle de vie des projets, a compliqué davantage la situation, nuisant à l'appui continu qui devait être fourni pour les fins de l'administration des projets financés.

Conclusions

Les responsables du développement technologique dans l'industrie de l'hydrogène au Canada sont généralement de petites et moyennes entreprises qui n'ont pas les ressources nécessaires pour donner suite à de lourdes exigences de rapport, participer à des négociations de longues durées ou faire face à des retards de paiement. Selon ces entreprises, il est nécessaire de doter le programme d'une structure flexible et adaptée aux besoins des entreprises pour qu'elles puissent atteindre les objectifs du programme. Il importe également de respecter le principe de diligence raisonnable. Ainsi, au vu de ce qui précède, les suggestions suivantes peuvent se révéler utiles dans l'examen des plans des futurs programmes :

(i) Le modèle de consortium axé sur la collaboration entre les entreprises, qui est généralement réservé aux objectifs d'un programme de recherche préconcurrentiel, ne constitue qu'une façon de promouvoir la collaboration entre les entreprises. Les relations contractuelles fondamentales peuvent se révéler très efficaces pour promouvoir la mise en commun de l'apprentissage et des connaissances acquises par les entreprises de la chaîne d'approvisionnement, à condition que les

projets soient d'une envergure telle que les capacités d'une seule entreprise ne suffisent à les mener à bien.

(ii) Le but d'un programme de démonstration de technologies est d'absorber une part du risque inhérent au développement de nouvelles technologies qu'on vise à commercialiser. Les exigences des projets et les processus de diligence raisonnable doivent donc refléter le but visé.

(iii) Le niveau de développement des technologies proposées actuellement dans le cadre de projets de démonstration est critique à l'atteinte des objectifs du programme. Il est possible que les conditions appropriées à des activités de démonstration des technologies éprouvées dans des marchés clés conviennent moins à des technologies pouvant encore nécessiter un développement plus poussé pendant le stade de démonstration.

Le Programme des adhérents pionniers de l'hydrogène a pris fin le 31 mars 2008. Le rapport d'évaluation ne contient aucune recommandation en raison de ce fait, ni de plan d'action de la part de la gestion. La réponse de la gestion a confirmé son accord avec les constatations et conclusions de l'évaluation.

1. INTRODUCTION

1.1 Contexte

Le Programme des adhérents pionniers de l'hydrogène (APh2) a été lancé à la fin de l'automne 2003 dans le but d'accélérer l'adoption par le marché de technologies de l'hydrogène et d'autres technologies compatibles pour faciliter le passage à une économie axée sur l'hydrogène. Par l'entremise de Partenariat technologique Canada (PTC) [devenu depuis l'Office des technologies industrielles (OTI)], un soutien a été accordé principalement à des initiatives de consortium regroupant des partenaires des secteurs public et privé qui visaient à valider ces technologies dans le cadre de projets de démonstration et à mettre en valeur les capacités canadiennes. Ces partenariats ont consisté à intégrer les technologies compatibles h2 aux technologies de production, de stockage et de distribution, ainsi que l'ont démontré les utilisateurs finaux des applications fixes et mobiles.

1.2 Objectif

L'objectif de l'étude est de procéder à une évaluation finale du Programme APh2 à partir des thèmes d'évaluation et des questions soulevées par la recherche ainsi que par les mesures de rendement établies dans le Cadre de gestion et de responsabilisation axé sur les résultats – CGRR (2003) du Programme APh2. Cette évaluation, qui vise à satisfaire une exigence du Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, a été menée en conformité avec les politiques du Conseil du trésor.

Comme le programme prend fin le 31 mars 2008, ce rapport ne présente pas de recommandations. L'évaluation cible plutôt les résultats obtenus en procédant à l'examen de l'expérience acquise dans la prestation du programme au niveau des projets.

1.3 Approche

L'approche utilisée prenait en compte les principaux thèmes suivants : la pertinence, la conception et la prestation, la réussite et le rapport coût-efficacité, en se fondant sur trois démarches d'enquête : un examen des documents; des entrevues avec les représentants de PTC/OTI, Industrie Canada, Ressources naturelles Canada (RNCAN), les membres des consortiums de projets et les associations industrielles; et des études de cas des quatre projets APh2.

La Direction générale de la vérification et de l'évaluation (DGVE) d'Industrie Canada a été chargée de la gestion de l'évaluation et en a confié la réalisation à la société Hickling Arthurs Low (HAL). L'étude a été réalisée en deux étapes. La première étape visait deux projets (Technologies de l'hydrogène dans les véhicules utilitaires et Piles à combustible aux fins de production d'électricité et de chauffage résidentiels) terminés ou arrivant à terme au cours de l'exercice 2006-2007, et la deuxième étape couvrait les deux autres projets (Véhicules de navette à moteur à combustion interne à l'hydrogène [MCIH2] et Projet intégré d'utilisation d'hydrogène résiduel) en cours pendant l'exercice 2007-2008.

Tout au long de l'étude, on a fait état des progrès observés à un Comité directeur de l'étude d'évaluation aux fins de commentaires (voir la liste des membres du Comité directeur à l'annexe A). Ce rapport final sur l'évaluation du Programme APh2 combine les résultats de la première étape de l'évaluation, présentés le 8 juin 2007 dans le rapport préliminaire, de même que les résultats de la deuxième étape.

1.4 Méthodologies

Les démarches d'enquête sont les suivantes :

1.4.1 Examen des documents

Parmi les documents qui ont fait l'objet d'un examen, on compte les suivants :

- CGRR du Programme APh2 et Cadre de vérification axé sur les risques (CVAR)
- Rapport d'étape après six mois d'activité
- Modalités du Programme APh2
- Programme des adhérents pionniers de l'hydrogène – vérification
- Indicateurs clés de rendement du Programme APh2
- Documents et dossiers sur les projets : ententes concernant le financement, propositions, rapports d'étape, rapports annuels, documents de communication
- Articles de presse et communiqués

1.4.2 Consultations

Des entrevues ont été réalisées avec les représentants des groupes interviewés énumérés au tableau 1; la liste des personnes interviewées apparaît à l'annexe B. Au cours des deux étapes, 42 entrevues ont été menées auprès du personnel de PTC et de l'OTI, d'Industrie Canada et de RNCCanada, des sociétés responsables des projets, des membres des consortiums de projets, des fournisseurs, des partenaires de soutien et des personnes participant à des projets non financés. Ont participé aux entrevues, les entreprises et organismes dont il est question au chapitre 3 (Information sur les projets) et les entreprises principales de quatre projets non subventionnés : Ballard Power Systems Inc. (Vancouver), Solar Hydrogen Energy Corporation (Saskatoon), l'Université de la Colombie-Britannique (Vancouver) et Air Liquide Canada (Montréal), ainsi que les représentants de l'Association canadienne de l'hydrogène, de Hydrogen & Fuel Cells Canada, et du Projet de village à centrale éolienne de production d'hydrogène.

Les questions dans les guides d'entrevue ont été formulées en tenant compte du CGRR et, conjointement à la liste de répondants proposés, ont été préalablement examinées par la DGVE et des représentants du programme. Les consultations auprès des représentants de PTC/l'OTI, d'Industrie Canada et de RNCCan, organismes situés à Ottawa, se sont déroulées en personne; les entrevues avec certains participants se sont aussi faites en personne lors des visites effectuées sur place pour les études de cas; dans d'autres cas, les entrevues ont été menées au téléphone. Les consultations étaient semi-structurées, ce qui permettait de demander des précisions relativement à certaines des questions contenues dans les guides d'entrevue. On a assuré les répondants que

leurs réponses seraient regroupées et que leurs commentaires personnels ne seraient pas inscrits dans le rapport sans leur consentement.

Tableau 1 : Consultations des étapes 1 et 2

Étape 1		
Groupes interviewés	Nombre d'entrevues	
Projet	Fuel Cell Technologies	Hydrogenics
Personnel de PTC/l'OTI	1	1
Organismes régionaux/Autres ministères	1	1
Sociétés responsables des projets	1	1
Membres des consortiums de projets	1	3
Fournisseurs	1	1
Partenaires de soutien	3	3
Nombre total par projet	8	10
Projets non subventionnés	4	
Total – Étape 1	22	

Étape 2		
Groupes interviewés	Nombre d'entrevues	
Projet	Sacré-Davey	Ford
Personnel de PTC/l'OTI	2	1
Autres ministères	2	1
Sociétés responsables des projets	1	1
Membres des consortiums de projets	2	1
Fournisseurs	4	2
Partenaires de soutien	2	1
Nombre total par projet	13	7
Total – Étape 2	20	

1.4.3 Études de cas

Des études de cas ont été préparées pour les deux projets de l'étape 1 et les deux de l'étape 2 (c.-à-d. l'ensemble des projets subventionnés) afin de mieux comprendre la raison d'être du projet, les rôles et les responsabilités des participants, les questions liées à la mise en œuvre des projets, l'atteinte des objectifs (résultats) et les aspects de rentabilité. Tel qu'il a été signalé, les

études de cas comprenaient également des visites de site qui ont permis de brosser un portrait plus détaillé de la mise en œuvre du programme, incluant les aspects liés à la conception du programme, d'apprécier le degré de réalisation des objectifs prévus et de relever les obstacles rencontrés. Les quatre études de cas constituent l'annexe C.

1.5 Limites de l'étude et mesures d'atténuation

L'état d'avancement de la mise en œuvre des quatre projets du Programme APh2 examinés n'était pas le même au début de l'étude et, par conséquent, il n'était pas possible de les évaluer en même temps. Pour atténuer l'effet de cette contrainte, l'étude a été divisée en deux étapes : pendant l'étape 1, on s'est intéressé aux deux projets qui devaient prendre fin au cours de l'exercice 2006–2007 et, pendant l'étape 2, aux deux projets qui se terminaient au cours de l'exercice 2007–2008. En raison de cette approche en deux étapes, la durée de l'étude a été prolongée; par conséquent, en vue d'assurer une continuité malgré l'interruption entre les deux étapes, un rapport préliminaire portant sur les deux premiers projets a été produit.

Une autre source de préoccupation relativement à l'étude est le nombre réduit de projets présentés, ce qui peut restreindre la possibilité de généraliser les résultats obtenus à l'ensemble de l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible. Mais, cela dit, on remarque que les entreprises impliquées dans les projets sont de différentes tailles et raisonnablement représentatives de l'industrie, puisqu'elles couvrent des domaines aussi variés que l'approvisionnement en combustible, l'entreposage de combustible et son utilisation, fixe et mobile, dans les secteurs publics et privés. De plus, les projets ont été examinés de près par la méthode d'étude de cas. Nous sommes donc d'avis que les résultats sont représentatifs de ce qu'aurait été la réaction de l'industrie dans son ensemble à l'égard du Programme APh2, des problèmes à surmonter et des leçons à en tirer.

Le choix du moment de l'évaluation a aussi fait l'objet d'une préoccupation particulière. En effet, la démonstration des deux projets de l'étape 2 ne s'est pas déroulée sur une période suffisamment longue pour permettre une appréciation complète des résultats. Toutefois, cette évaluation n'a pas révélé une diminution du rendement des projets. On considère donc que l'évaluation des projets à ce moment-ci correspond à une représentation juste de ce que serait l'état des projets à la fin de la période de démonstration, soit environ un an après la fin du Programme APh2.

La dernière réserve possible concernant l'étude vient du désistement d'un des partenaires au cours de la première étape, alors que l'évaluation était en cours. Bien que cette difficulté ait été une source de complications pour la préparation de l'étude de cas du projet en question, il a été possible d'obtenir les renseignements et les réponses aux questions posées en entrevue qui étaient nécessaires pour procéder à l'évaluation. Aucune autre difficulté, que ce soit en ce qui a trait à la rencontre des personnes interviewées ou à l'accès aux données, n'a surgi.

Dans l'ensemble, les résultats de l'évaluation et les conclusions sont considérés fiables et correspondent à une appréciation juste du programme.

2. VUE D'ENSEMBLE DU SECTEUR

2.1 Profil du secteur international

Au cours des dernières années, l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible a retenu l'attention à l'échelle mondiale, à mesure que les avancées liées aux technologies de l'hydrogène ont permis de mettre à l'avant-plan les perspectives d'une « économie basée sur l'hydrogène » et, parallèlement, les promesses d'un vecteur énergétique optimal sur le plan environnemental que ce soit pour les véhicules automobiles ou pour les appareils utilisés au quotidien. En effet, les démonstrations qui ont validé cette technologie dans le secteur des transports sont maintenant choses communes puisqu'elles ont bénéficié du soutien de l'État et du secteur privé. L'Agence internationale de l'énergie (AIE), un organisme international sur les politiques énergétiques appuyé par 27 pays, a évalué qu'environ 1 milliard \$US sont investis annuellement en recherche et développement publics, pour les prototypes et démonstrations de véhicules fonctionnant à l'hydrogène et pour les infrastructures connexes². Dans le seul État de Californie, plus de cent véhicules et 17 postes de ravitaillement sont actuellement à l'essai.

Malgré ces efforts, l'industrie est encore considérée comme étant à ces premières étapes de développement. Depuis 1994, quand DaimlerChrysler (alors appelée Daimler) a fait la démonstration de la première pile à combustible au monde, la NECAR 1, l'industrie à l'échelle mondiale n'est parvenue qu'à produire des prototypes et des véhicules d'essai, les promesses de « commercialisation dans les cinq ans » pécchant par excès d'optimisme³. Malgré un développement plus lent que prévu, l'industrie continue de se déployer à mesure qu'un nombre grandissant de sociétés entreprennent des activités de recherche et développement (R. et D.) en technologies de l'hydrogène. De nouvelles firmes voient le jour en Europe, en Australie et en Asie, et de grandes sociétés multinationales, dont Dupont, 3M, et Johnson Matthey ainsi que la plupart des plus grands fabricants d'automobiles, comme General Motors, DaimlerChrysler, Nissan, Honda, Toyota, Ford et Hyundai, émergent comme d'importants acteurs dans ce domaine.

2.2 Profil du secteur canadien

2.2.1 Forces du secteur canadien

Les entreprises canadiennes sont, de leur côté, depuis longtemps reconnues comme des chefs de file mondiaux de l'industrie, en raison de leur participation à plusieurs importants projets. Ballard, une entreprise située à Burnaby, en Colombie-Britannique, a, par exemple, mis au point la technologie qui a rendu possible la fabrication de la NECAR 1; plus récemment, Hydrogenics a décroché la plus importante commande de fabrication de piles à combustible. Comme on peut le voir au tableau 1, le Canada occupe une place importante à l'échelle mondiale par le nombre de sièges d'entreprises et d'établissements manufacturiers de piles à combustible situés sur son territoire.

² Mytelka et Boyle, « Policy Brief: Hydrogen Fuel Cells and Transport Alternatives: Issues for Developing Countries », Université des Nations Unies, n° 3, 2006.

³ Carola Hanisch, 1999. « Powering Tomorrow's Cars », dans *Environmental Science and Technology*, n° 33, 21.

Tableau 1 : Industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible dans un contexte mondial

Chefs de file mondiaux	Sièges d'entreprises œuvrant dans le domaine des piles à combustible	Emplacement des établissements manufacturiers
États-Unis	40 %	28 %
Canada	30 %	23 %
Japon	8 %	13 %
Allemagne	9 %	12 %
Chine	–	3 %
Royaume-Uni	3 %	2 %
Autres	10 %	19 %

Source : PricewaterhouseCoopers, *2006 Worldwide Fuel Cell Industry Survey*. Les données ont été obtenues par un sondage mené auprès de 181 organismes.

Par contre, si on examine la situation selon le nombre d'emplois, l'industrie canadienne a peu d'envergure. Selon le *Profil de l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible 2005*, l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible employait 2 056 personnes en 2004. Les investissements du secteur privé pour l'innovation au Canada ont été évalués à plus de 100 000 \$ par employé, et 237 millions de dollars auraient été dépensés en 2004 en recherche et développement. Au cours des cinq dernières années, les dépenses du secteur privé en recherche et développement se sont élevées à plus de 1 milliard de dollars. Il résulte de ces investissements que l'industrie canadienne est bien placée pour tirer d'importants avantages pendant que le marché mondial évolue jusqu'à atteindre son plein potentiel. On prévoit que la demande pour les technologies des piles à combustible et de l'hydrogène à l'échelle mondiale dépassera les 18 milliards de dollars d'ici 2013⁴.

Les capacités canadiennes dans le domaine des piles à combustible et de l'hydrogène englobent la plupart des différents types de technologies des piles à hydrogène, de composants, de systèmes d'approvisionnement et d'intégration, de systèmes de ravitaillement et d'entreposage, et de services financiers et d'ingénierie. Avec des assises aussi solides, le Canada a de bonnes chances de se situer parmi les chefs de file, alors que le secteur de l'hydrogène et des piles à combustible évolue vers l'étape de commercialisation. Ce savoir-faire et ce rôle prépondérant ont été obtenus grâce, en grande partie, à une très étroite collaboration entre le gouvernement et l'industrie.

Selon Hydrogen & Fuel Cells Canada, il y a quatre grands domaines dans lesquels le Canada pourrait tirer parti de possibilités et de retombées majeures :

⁴ Hydrogen and Fuel Cells, Danish Trade Commission, <http://www.ambottawa.um.dk/da/menu/Eksportraadgivning/Markedsmuligheder/Sektoranalyser/MiljoeOgEnergi/Hydrogen+and+fuel+cells/>, consulté le 25 février 2008. [en anglais seulement]

(i) Marchés des applications portables ou pour microordinateurs – les premiers débouchés résident dans les applications industrielles ou grand public comme les ordinateurs portatifs, les lampes de poche, les téléphones cellulaires, les lecteurs optiques, les combinés pour les communications ainsi que dans diverses applications militaires.

(ii) Marché des applications stationnaires – les piles à combustible stationnaires, qu’elles soient alimentées à l’hydrogène ou alimentées par des combustibles fossiles à haut rendement à émissions quasi nulles, peuvent servir à différentes applications stationnaires, notamment pour la production d’énergie hors réseau ou d’appoint, l’alimentation en électricité et le chauffage des habitations ainsi que la production d’énergie répartie.

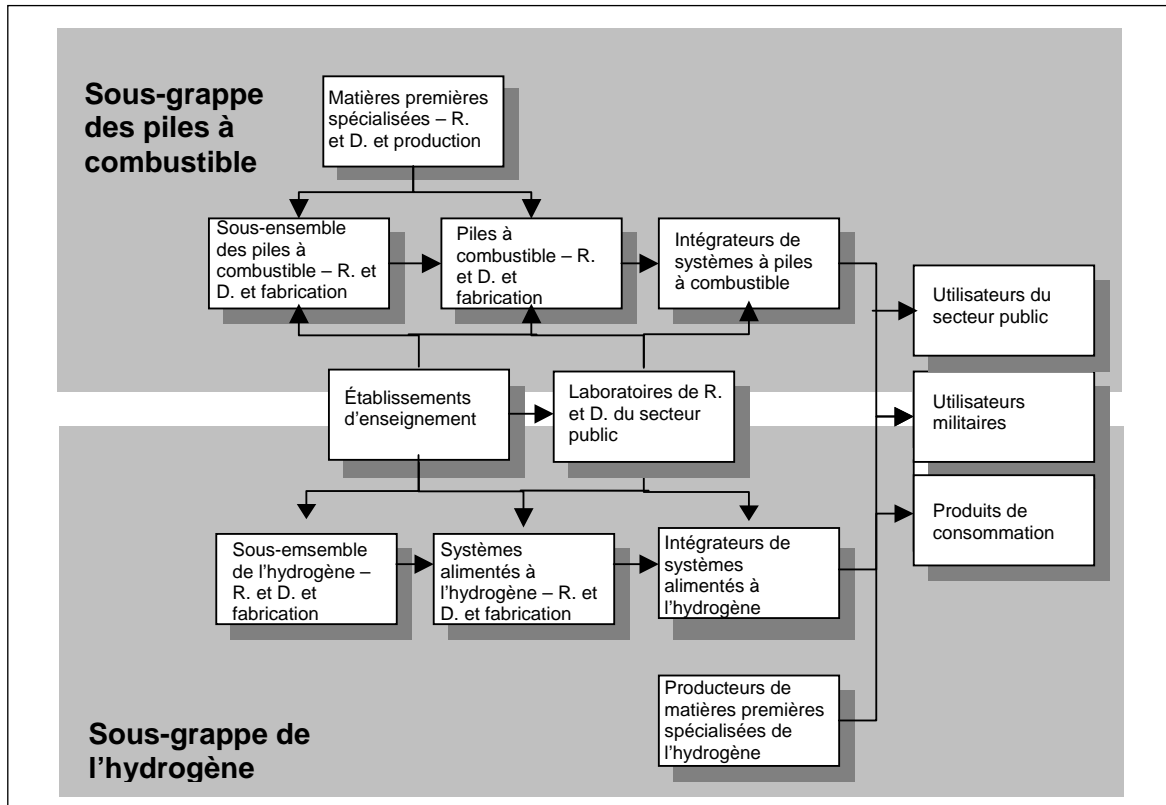
(iii) Marché des applications mobiles – les applications mobiles comprennent les automobiles, camions, autobus, locomotives et véhicules industriels à hydrogène. Les moteurs à combustion interne à hydrogène sont une importante technologie de transition en vue de l’établissement d’un marché de masse pour les automobiles à pile à combustible.

(iv) Infrastructure pour l’hydrogène – au nombre des possibilités, on compte le captage d’hydrogène tiré du flux de déchets; la production d’hydrogène par électrolyse; le reformage du méthane à la vapeur; les systèmes de purification, de distribution, d’entreposage et de ravitaillement; la production d’hydrogène à grande échelle; la production d’hydrogène à partir de l’énergie nucléaire, de la gazéification de combustibles fossiles et de biomasse.

Une récente étude de la grappe du secteur des piles à combustible⁵ en Colombie-Britannique a montré comment l’industrie a su se développer grâce à la présence d’un réseau de firmes spécialisées qui transmettent des intrants inédits aux fabricants de piles à combustible et grâce aux intégrateurs de systèmes spécialisés et aux utilisateurs qui sont en aval de la chaîne et qui ont utilisé les prototypes et les ont mis à l’essai dans une vaste gamme d’applications. Ces liens peuvent être vus comme une chaîne de valeur qui existe à la fois pour le développement des piles à combustible et pour la production de combustible à base d’hydrogène, comme l’illustrent respectivement les deux moitiés supérieures et inférieures du schéma de la figure 1.

⁵ Études des grappes pour : Les grappes technologiques – Initiatives du CNRC, *Rapport final*, Hickling Arthurs Low Corporation, 23 août 2006

Figure 1 : Chaîne de valeur des piles à combustible et de l'hydrogène



Les combustibles à base d'hydrogène utilisés pour les piles à combustible peuvent aussi servir pour de nombreuses autres applications, avec autant d'efficacité et de capacité à réduire la pollution. Par exemple, Westport Industries, un membre du consortium pour le projet intégré d'utilisation d'hydrogène résiduel, a démontré que l'hydrogène pouvait être utilisé dans des moteurs à cycle diesel adaptés à cet effet, entraînant des améliorations de l'efficacité du cycle et une diminution de la pollution due aux gaz à effet de serre.

2.2.2 Changements récents dans le secteur canadien

Alors que se déroulait le Programme APh2, il y a eu certains changements importants certes, mais aussi symboliques, dans l'industrie de l'hydrogène, particulièrement pour certains des principaux intervenants. Ballard, perçue depuis longtemps comme une icône canadienne en matière de technologie mobile à l'hydrogène, a récemment transféré ses droits de propriété intellectuelle en matière automobile à une nouvelle entreprise appartenant à Daimler, Ford et Ballard⁶.

Ballard continuera de développer la technologie des piles à combustible (avec accès à toute la propriété intellectuelle en matière de piles à combustible utilisées à des fins autres

⁶ Communiqué de presse, « Ballard Confirms Close of Transaction to Sell Automotive Fuel Cell Assets; Company to Concentrate on Commercial Markets », le 31 janvier, 2008, <http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=76046&p=irol-newsArticle&ID=1102838&highlight=>, consulté le 26 mars, 2008. [en anglais seulement]

qu'automobiles qui découle de la nouvelle entreprise) pour les autobus urbains et les navettes partout dans le monde, et pour d'autres applications, comme les chariots élévateurs, les systèmes d'alimentation de secours stationnaires et les systèmes de cogénération pour usage résidentiel (en cours au Japon) fonctionnant avec des piles à combustible. Ballard a récemment signé des accords d'approvisionnement avec Plug Power (chariots élévateurs pour Wal-Mart)⁷, Exide Technologies (chariots élévateurs à fourche)⁸ et Voller Energy Group (systèmes d'alimentation de secours)⁹.

Hydrogenics, un autre intervenant important de l'industrie et un bénéficiaire du Programme APh2, a aussi connu d'importants changements, subissant deux vagues de compressions budgétaires au cours de la dernière année dans le but de réduire ses coûts de production et de redresser sa situation dans le secteur de la fabrication¹⁰.

Selon les analystes de l'industrie, cette réorientation d'un modèle fondé sur la recherche et le développement à un modèle d'affaires autosuffisant se situe dans un schéma évolutif normal et est un indicateur du mûrissement de l'industrie.

⁷ Communiqué de presse, « Ballard Announces Third Quarter 2007 Results », le 7 novembre 2007, <http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=76046&p=irol-newsArticle&ID=1074511&highlight=>, consulté le 26 mars 2008. [en anglais seulement]

⁸ Communiqué de presse, « Exide Technologies Signs Agreement With Ballard Power Systems for Forklift Truck Power Solution », le 9 octobre 2007, <http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=76046&p=irol-newsArticle&ID=1060673&highlight=>, consulté le 26 mars 2008 [en anglais seulement]

⁹ Communiqué de presse, « Ballard Signs Supply Agreement With Voller for Fuel Cell Auxiliary Power Units », le 16 octobre, 2007, <http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=76046&p=irol-newsArticle&ID=1063448&highlight=>, consulté le 26 mars 2008. [en anglais seulement]

¹⁰ *Globe and Mail*, « Fuel Cell Firm Lays off Workers », le 22 novembre 2007.

3. PROFIL DU PROGRAMME

3.1 Information sur le programme

3.1.1 Aperçu du programme

Le Programme APh2, qui a été mis en œuvre à l'automne 2003, devrait se terminer en mars 2008. Lancé dans le cadre du Plan du Canada sur les changements climatiques, un programme quinquennal du gouvernement fédéral doté d'un budget de 215 millions de dollars, le Programme APh2 a reçu de cette source un financement initial de 60 millions de dollars. De ce montant, 10 millions de dollars ont été alloués à l'Alliance canadienne sur les piles à combustible dans les transports (ACPCT) en vue de prolonger de deux ans la durée de ce programme géré par RNCan.

Entre 2003 et 2006, plus de 40 coalitions ont présenté des demandes de financement officielles au Programme APh2. Ces partenariats distincts, décrits à l'annexe D, représentaient 87 organisations, dont 39 étaient des sociétés regroupant 60 % de l'industrie canadienne de l'hydrogène en 2003¹¹. Un changement de priorités et un examen des dépenses au début 2006 ont entraîné une réduction du financement accordé au Programme APh2 et un gel des dépenses à l'égard de tout nouveau projet. Au moment de la réalisation de la présente évaluation, le programme avait financé six projets au total, dont un s'était terminé par consentement mutuel, un autre était inactif et quatre projets étaient toujours en cours. Ces quatre projets représentent plus de 50 entreprises, notamment des fournisseurs de technologie, des partenaires de financement, des utilisateurs finaux et des fournisseurs secondaires, et englobent une grande diversité de technologies et d'applications. Comme l'indique le tableau 2, on a alloué au total 20,5 millions de dollars à des projets du Programme APh2.

¹¹ Principaux indicateurs de rendement, Programme APh2, 20 février 2007.

Tableau 2 : Investissements consentis dans le cadre du Programme APh2

Titre du projet	Financement	Participants
Technologies de l'hydrogène dans les véhicules utilitaires	4,25 millions \$	Hydrogenics Corporation, Deere & Company, Hydrogenics Test Systems Inc., Emerson Network Power Canada
Piles à combustible aux fins de production d'électricité et de chauffage résidentiels	935,000 \$	Fuel Cell Technologies Ltd., Ontario Power Generation Inc. et l'Université de Toronto à Mississauga
Véhicules de navette à moteur à combustion interne à l'hydrogène (MCIH2)	4,2 millions \$	Ford du Canada Limitée et Advanced Technologies and Fuels Canada Inc.
Projet intégré d'utilisation d'hydrogène résiduel	6,0 millions \$	Sacré-Davey Innovations Inc., Sacré Consultants Ltd., Westport Innovations Inc., Westport Research Inc.
Projet de village à centrale éolienne de production d'hydrogène à l'Île-du-Prince-Édouard *	5,1 millions \$	Hydrogenics Corporation et Prince Edward Island Energy Corporation.

* Ce projet n'ayant pas été mis en œuvre n'a pas été inclus dans l'étude.

3.1.2 Objectifs du programme

La transition vers une économie basée sur l'hydrogène offrait au Canada une occasion unique et, en lançant le Programme APh2, le but recherché était non seulement de réaliser des progrès en vue d'une solution durable aux changements climatiques, mais aussi de donner à l'industrie canadienne l'avantage conféré par le fait d'être le premier à passer à une économie de l'hydrogène, et à en maximiser ainsi les retombées pour les Canadiens. En aidant à faire en sorte que le marché accepte plus rapidement l'hydrogène et les technologies compatibles avec celui-ci, on s'attendait à ce que les projets approuvés dans le cadre du Programme APh2 confèrent des avantages environnementaux, socio-économiques et sociétaux généraux à tous les Canadiens. Plus particulièrement, les objectifs stratégiques du Programme APh2 étaient de faire la démonstration des aspects suivants :

- intégration des technologies de l'hydrogène et des technologies compatibles avec celui-ci;
- développement des infrastructures nécessaires à l'hydrogène;
- acquisition de compétences et mise en place d'une chaîne d'approvisionnement dans l'industrie de l'hydrogène;
- définition de codes et de normes pour l'industrie de l'hydrogène;
- augmentation du rendement, de la fiabilité, de la durabilité et de la viabilité économique des technologies de l'hydrogène et des technologies compatibles avec celui-ci;
- sensibilisation accrue du public, des consommateurs et des investisseurs à la capacité de l'hydrogène afin d'en favoriser l'acceptation.

3.1.3 Admissibilité au programme

Les activités admissibles au financement du Programme APh2 devaient faire la démonstration de l'application de différentes technologies et de leur intégration dans un complexe de travail global d'une économie de l'hydrogène au Canada; elles comprenaient notamment :

- tous les types de piles à combustible;
- les systèmes à piles à combustible;
- les autres technologies et matériaux servant à la production d'énergie à partir de l'hydrogène;
- les technologies et les matériaux servant à la production, au stockage et à la distribution de l'hydrogène à partir de sources d'énergie renouvelables ou non renouvelables;
- des prototypes d'applications portables, stationnaires, mobiles et de ravitaillement utilisant la technologie de l'hydrogène.

Les entreprises éligibles devaient se regrouper en entités juridiques se composant au minimum de deux entités constituées en personnes morales avec ou sans but lucratif, de sociétés en nom collectif, de coopératives, de fiducies, d'associations ou de personnes physiques. Ces groupes devaient ensuite choisir l'un de leurs membres pour qu'il agisse comme point de contact avec le gouvernement du Canada et qu'il gère l'entente de contribution. L'entreprise responsable du projet devait aussi être constituée en personne morale et établie conformément aux lois du Canada. De plus, chaque entreprise membre du consortium était assujettie à toutes les modalités de l'entente de contribution et était responsable de façon conjointe et solidaire avec les autres membres du consortium.

3.2 Information sur les projets

Projets de la première étape (terminés ou arrivant à terme au cours de l'exercice 2006-2007)

3.2.1 Technologies de l'hydrogène dans les véhicules utilitaires (appelé projet Hydrogenics dans le présent rapport)

Ce projet pluriannuel de 10,05 millions de dollars, qui a bénéficié d'un financement de 4,25 millions de dollars dans le cadre du Programme APh2 et qui s'est déroulé lors de l'Exposition nationale canadienne (ENC) de Toronto, était dirigé par Hydrogenics Corporation. Le consortium qui l'a réalisé était composé des entreprises et organismes suivants :

- Responsable du projet : Hydrogenics Corporation
- Membres du consortium : Deere & Company, Hydrogenics Test Systems Inc., Emerson Network Power Canada
- Partenaires de soutien : Purolator Courier, Ville de Toronto, Toronto Renewable Energy Co-operative, Hydrogen and Fuel Cell Canada, Interlink et Bell Canada.

L'objectif du projet était de démontrer la faisabilité d'un poste de ravitaillement à énergie renouvelable, de montrer les capacités techniques des piles à combustible et des électrolyseurs et de catalyser la croissance de l'économie dans un environnement contrôlable. Le projet devait aussi permettre d'accroître la sensibilisation et l'acceptation à l'égard de l'hydrogène et des technologies compatibles avec celui-ci comme carburant de remplacement de l'avenir. Le projet, qui a pris fin le 31 mars 2007, comportait quatre volets :

- (i) Véhicules utilitaires à piles à combustible – quatre véhicules dont l'utilisation s'est faite en deux temps (2005 et 2006). Le projet a montré les systèmes de diagnostic internes/externes et les systèmes de surveillance, comme les appareils de surveillance de la dégradation et de l'épuisement des piles à combustible, les systèmes de détection de fuites de gaz et les logiciels de base de données du rendement.
- (ii) Poste de ravitaillement – alimenté en électricité par l'éolienne érigée sur l'emplacement de l'ENC, le poste produit environ 65 kg d'hydrogène par jour grâce à un électrolyseur.
- (iii) Système d'alimentation de secours pour les télécommunications – démonstration d'un module à piles à combustible utilisant de l'hydrogène en bouteilles et d'un système d'alimentation de secours au centre de données d'Interlink.
- (iv) Véhicule de livraison hybride à piles à combustible/batterie – démonstration d'un véhicule hybride à piles à combustible et à batterie et d'un poste de ravitaillement.

3.2.2 Piles à combustible aux fins de production d'électricité et de chauffage résidentiel (appelé projet FCTL dans le présent document)

Réunissant les technologies et les ressources de tous les partenaires (voir ci-après), le projet de 1,87 million de dollars dirigé par Fuel Cell Technologies Limited (FCTL) a bénéficié d'un financement de 935 000 \$ dans le cadre du Programme APh2. Le projet devait faire la démonstration de l'utilisation de quatre piles à oxyde solide (SOFC) produisant chacune 5 kW, disposées en mini-réseau afin d'assurer un approvisionnement en eau chaude et en chauffage à une résidence étudiante de 12 unités de l'Université de Toronto à Mississauga (UTM).

Le consortium se composait comme suit :

- Responsable du projet : Fuel Cell Technologies Limited
- Membres du consortium : Ontario Power Generation Inc., Université de Toronto à Mississauga
- Fournisseurs : Enbridge, Air Liquide Canada

Caractérisé par deux phases distinctes, le projet comprenait, dans un premier temps, la conception d'un système, une évaluation de l'emplacement et une étude de la mise en œuvre. La seconde phase comportait l'installation de quatre systèmes de piles à combustible pour alimenter le réseau d'électricité et de chauffage de la résidence de l'UTM. Au départ, les systèmes étaient alimentés au gaz naturel, mais ultérieurement un des quatre systèmes à piles à combustible a été

converti à l'hydrogène pour les six derniers mois du projet. Toutefois, certains retards ont entraîné le report de la date de fin de projet du 31 mars 2007 au 30 juin 2007.

En plus des retombées économiques et environnementales, le projet apportait une ressource éducative aux étudiants de l'université qui devaient contrôler les systèmes de chauffage et d'électricité. Fonctionnant dans plusieurs conditions saisonnières et situationnelles, l'installation a permis aux étudiants d'évaluer l'efficacité des systèmes, de déterminer les préoccupations relatives à leur exploitation et même de mettre en œuvre, au besoin, des modifications.

L'installation est restée dans la résidence après la phase de démonstration, offrant ainsi une solution d'électricité et de chauffage à long terme. On s'attend à ce que cela permette à la résidence de l'UTM de réaliser des économies potentielles et au public de mieux comprendre et accepter ces technologies dans les applications résidentielles.

Projets de la deuxième étape (arrivant à terme au cours de l'exercice 2007-2008)

3.2.3 Véhicules de navette à moteur à combustion interne à l'hydrogène (appelé projet Ford dans le présent document)

Ford du Canada et Advanced Technologies and Fuel Cells Canada Inc. (ATFCAN) se sont associées pour faire la démonstration de dix navettes Ford à moteur à combustion interne à hydrogène (H₂ICE) en quatre lieux différents au Canada : trois navettes qui font partie de la flotte d'autobus régulière du Sénat sur la Colline du Parlement; deux navettes mises en service par Sacré-Davey à l'intention de groupes communautaires à Vancouver; trois navettes exploitées par la Ville de Toronto; et deux navettes mises en service par le gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard. Sur la Colline parlementaire, le projet a pu profiter du fait qu'Air Liquide du Canada avait installé un poste de ravitaillement d'hydrogène, financé en partie par RNCAN. L'entente prévoyait que les navettes seraient en fonction de décembre 2006 à mars 2008. Le montant accordé au projet dans le cadre du Programme APh2 s'élève à 4,2 millions de dollars (soit environ la moitié du coût total du projet de 8,5 millions de dollars).

Le consortium se composait comme suit :

- Responsable du projet : Ford du Canada
- Membres du consortium : ATFCAN
- Fournisseurs : Dynetek, Les Entreprises Michel Corbeil
- Partenaires de soutien : Sénat, Sacré-Davey, Ville de Toronto, gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard

3.2.4 Projet intégré d'utilisation d'hydrogène résiduel (appelé projet Sacré-Davey dans le présent document)

Ce projet d'une durée de trois ans, dirigé par Sacré-Davey Innovations Inc., une firme établie à North Vancouver, a fait l'objet d'une contribution de 6,0 millions de dollars dans le cadre du Programme APh2¹².

Le projet, composé de sept sous-projets de démonstration dont la mise en place et la présentation se poursuivront tout au long de l'année 2008, utilise une source existante, mais actuellement inexploitée d'hydrogène, soit l'hydrogène émis comme sous-produit d'une usine de fabrication de chlorate de sodium située dans la région de North Vancouver. Les sept volets du projet étaient les suivants :

- obtenir une source d'hydrogène provenant d'une usine de production de chlorate de sodium;
- faire la démonstration d'un système d'entreposage et de transport d'hydrogène comprimé;
- faire la démonstration d'un poste de ravitaillement en hydrogène pour les véhicules légers;
- faire la démonstration d'un poste de ravitaillement en mélange de gaz naturel comprimé et d'hydrogène pour les véhicules lourds;
- faire la démonstration de huit camions légers à hydrogène;
- faire la démonstration de quatre autobus urbains utilisant un mélange de gaz naturel comprimé et d'hydrogène comme combustible;
- faire la démonstration d'un système de piles à combustible qui fournira de l'électricité et de la chaleur à un lave-auto respectueux de l'environnement.

Le poste de ravitaillement de North Vancouver est une des principales haltes sur l'autoroute de l'hydrogène de la Colombie-Britannique (BC Hydrogen HighwayTM) qui auront un rôle à jouer dans les démonstrations de modes de transport durables dans le cadre des Jeux olympiques d'hiver et des Jeux paralympiques d'hiver qui auront lieu à Vancouver et à Whistler en 2010.

Le consortium se composait comme suit :

- Responsable du projet : Sacré-Davey Innovations Inc.
- Membres du consortium : Sacré-Davey Engineering, Westport Innovations Inc., Westport Research Inc.
- Fournisseurs : Clean Energy Fuels Canada Ltd., Dynetek Industries Ltd., Hydrogen Technology and Energy Corporation (HTEC), Nuvera Fuel Cells Ltd., Powertech Labs Inc., QuestAir Technologies Inc.
- Partenaires de soutien : Easywash Inc., Translink, Technologies du développement durable Canada (TDDC), Hydrogen Highway.

¹² Des ajustements subséquents à l'entente de contribution ont eu pour effet de diminuer la contribution à 5,4 million de dollars.

4. RÉSULTATS : PERTINENCE

La pertinence des projets a été évaluée en fonction de deux critères :

- l'harmonisation avec les besoins de l'industrie
- le degré d'évolution de l'industrie depuis la création du programme

4.1 Harmonisation avec les besoins de l'industrie

Conclusion

Selon le gouvernement et les représentants de l'industrie, le Programme APh2 répondait aux besoins de l'industrie lors de sa création en 2003.

Résultats

Le Programme a été créé en réponse à la Carte routière canadienne sur la commercialisation des piles à combustible parue en 2003¹³ qui établissait les défis soulevés par la commercialisation et les mesures à prendre pour les surmonter, comme le fait de stimuler la demande du marché grâce à des projets de démonstrations. On a en effet reconnu que les démonstrations jouaient un rôle important dans le cycle d'innovation; ainsi, elles ont permis aux entreprises de mettre à l'essai des concepts et d'évaluer les possibilités de bénéfices résultant de la R. et D. de manière à assurer une transition à mesure qu'évolue la technologie. En fait, en plus du Canada, de nombreux pays qui participent au développement des piles à combustible disposent de programmes semblables dans le but de réduire les risques inhérents à de telles recherches et de valider la technologie.

Le Programme APh2 et l'Alliance canadienne sur les piles à combustible dans les transports (ACPCT) ont été les seuls programmes de démonstrations du gouvernement fédéral à mettre l'accent sur l'hydrogène; le Programme APh2 a donc été perçu comme un acteur important dans le développement de ce secteur. L'examen des documents et des entrevues a fait la preuve que les démonstrations ont été nécessaires pour valider les technologies de l'hydrogène et en accélérer l'adoption par le marché, particulièrement pour les applications des piles à combustible dans de nouveaux créneaux de marché dans des domaines comme les téléphones cellulaires et les appareils portatifs, les systèmes d'alimentation de secours, les autobus et les chariots élévateurs.

¹³ Carte routière canadienne sur la commercialisation des piles à combustible, Gouvernement du Canada, Piles à combustible Canada, PricewaterhouseCoopers, mars 2003.

4.2 Évolution de l'industrie

Conclusion

Depuis la mise en place du programme, l'industrie a grandement évolué en ce qui concerne les développements technologiques et industriels et pour ce qui est de la concrétisation de certaines réussites commerciales. Toutefois, les entreprises au sein de l'industrie ont progressé à différents rythmes, avec pour résultat que les opinions, quant à la meilleure façon de soutenir le développement constant de cette industrie, sont divergentes.

Résultats

Même si les personnes interviewées considèrent que l'industrie a évolué depuis 2003, cette évolution ne s'est pas faite également. À bien des égards, on a pu observer d'importants développements technologiques et industriels et même des signes de réussites commerciales auxquelles le Programme APh2 a largement contribué. Les ventes de systèmes d'alimentation de secours de Hydrogenics sont un des exemples d'une application de taille plus restreinte de produits et de technologies qui ont fait l'objet d'une démonstration dans le cadre du programme. Ce développement a permis à Hydrogenics de se rajuster en suivant un modèle de gestion durable axé sur la fabrication plutôt que sur la recherche et le développement. D'autres réalisations sont survenues dans l'infrastructure liée à l'hydrogène ce qui fait que dix postes de ravitaillement ont maintenant été installés dans le cadre des projets de l'autoroute de l'hydrogène et du village de l'hydrogène. De plus, le regroupement des utilisateurs finaux, des concepteurs et des fournisseurs aux fins des démonstrations ainsi que le renforcement de la position de Hydrogen & Fuel Cells Canada ont été désignés par les personnes interviewées comme des signes probants de l'aspect positif de cette évolution.

Par contre, dans d'autres domaines, des progrès technologiques supplémentaires sont nécessaires. Ainsi, l'entreposage de l'hydrogène constitue un champ d'application qui requiert des activités de recherche et développement beaucoup plus ciblées. Des recherches sont d'ailleurs en cours à l'Institut d'innovation en piles en combustible du Conseil national de recherches du Canada (CNRC) sur l'entreposage d'hydrogène en appui à la commercialisation dans le secteur du transport. Parmi les autres solutions à l'étude, on compte l'entreposage d'hydrogène sous forme d'hydrure. Le démarrage par temps froid est un autre exemple de champ d'application pour lequel d'autres recherches sont nécessaires. Alors que les piles à combustible à membrane échangeuse de protons (PEM) peuvent maintenant fonctionner à des températures inférieures au point de congélation, il y a encore d'importants défis à surmonter en matière d'applications des piles à combustible, notamment les améliorations à apporter relativement à la densité de puissance, à la durabilité et au coût des piles à combustible¹⁴.

De telles restrictions dans la technologie actuelle des piles à combustible ont entraîné un changement dans le comportement de l'industrie canadienne, qui a délaissé l'idéal des piles à combustible fonctionnant à l'hydrogène pur au profit de l'utilisation de piles à combustible

¹⁴ Carte routière technologique de Ballard Power Systems, 15 mai 2006.

hybrides qui peuvent fonctionner avec des piles plus petites, et donc moins coûteuses, ou encore à l'utilisation de moteurs à combustion interne alimentés à l'hydrogène, ainsi que l'a démontré le projet Ford. Le fait que des systèmes à piles à combustible hybrides utilisant des batteries dans des voitures et que des piles à combustible combinées à des turbines à gaz pour des utilisations stationnaires fassent l'objet de recherches constitue un changement important par rapport à la ligne de pensée d'il y a cinq ans, alors que ces options, de l'avis des personnes interviewées, n'étaient même pas envisagées.

Pour bon nombre des répondants, l'industrie évolue plus lentement qu'on ne l'espérait au début du Programme APh2. La situation financière de la plupart des entreprises qui interviennent dans le domaine des piles à combustible s'est détériorée depuis 2003 avec la baisse des investissements du secteur privé, une situation qui, selon certains, est en partie attribuable à l'industrie même qui aurait surestimé l'échéancier de développement. Il s'ensuit que certaines entreprises éprouvent maintenant des difficultés à se joindre à des programmes à frais partagés. Or, dans un même temps, d'autres entreprises sont de plus en plus près de l'étape de commercialisation.

Étant donné les différences dans l'évolution des entreprises au sein de l'industrie, les opinions divergent quant à la meilleure façon de soutenir le développement constant de l'industrie. Un des points de vue exprimés veut que le financement soit maintenant destiné à l'infrastructure. Ceux qui adhèrent à cette position sont plutôt des acteurs de plus grande envergure qui ont dépassé l'étape des démonstrations et s'orientent maintenant sur la commercialisation et la R. et D. nécessaires pour combler les failles et les faiblesses relevées grâce aux démonstrations même; ce sont les entreprises qui ont le plus progressé dans la voie du développement. Par ailleurs, alors que certains considèrent que les démonstrations sont une composante importante de la commercialisation du fait qu'elles constituent une occasion de présenter les technologies aux utilisateurs qui œuvrent dans des marchés réels, d'autres intervenants de l'industrie sont passés à l'étape du déploiement, mettant l'accent sur le développement des marchés plutôt que sur les démonstrations.

Un autre point de vue voudrait que l'accent soit mis sur un programme de crédit d'impôt de manière à favoriser la promotion de la production et de l'acquisition d'hydrogène comme combustible, l'adoption de la technologie et l'achat de piles à combustible en fonction du nombre de kilowatts. Les tenants de cette proposition soutiennent que les forces du marché devraient être le moteur principal, permettant aux propositions à valeur client de faire progresser les applications sur des bases compétitives.

Finalement, selon certains répondants, il est nécessaire de créer des programmes de R. et D. qui ciblent les principaux obstacles, comme l'entreposage de l'hydrogène, tout en continuant à utiliser les démonstrations pour des applications comme la mise à l'essai de véhicules plus grands avant une utilisation commerciale. Dans ce cas, les problèmes sont liés au coût des piles à combustible et à la nécessité de constituer un réseau de fournisseurs.

Même si les opinions diffèrent quant au rythme de développement et aux besoins de l'industrie, on considère que cette dernière est sur la bonne voie ainsi que le révèlent les diminutions marquées des coûts qui découlent à la fois du volume de fabrication associé au nombre croissant

de commandes, et du degré de confiance notable pour ce qui est de mettre au point des applications. L'opinion générale des personnes interviewées issues de l'industrie et du gouvernement est que l'industrie aura encore besoin de soutien dans les années à venir pour les démonstrations, et pour la recherche et développement, bien qu'il est probable que le gouvernement joue un rôle de moins en moins important à mesure que le marché parvient à maturité. Les discussions se poursuivent entre intervenants quant aux futurs besoins de l'industrie.¹⁵

¹⁵ Voir, par exemple, « Vers une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible : Document de discussion pour le Canada », Gouvernement du Canada, 2006, <http://www.ic.gc.ca/epic/site/hfc-hpc.nsf/fr/mc00057f.html>, consulté le 22 février 2008.

5. RÉSULTATS : SUCCÈS

Aux fins de cette évaluation, le succès a été mesuré par un examen détaillé du programme à l'échelle du projet. Des études de cas sur l'environnement des projets financés ont été entreprises dans quatre secteurs :

1. Apprentissage technique et organisationnel
2. Succès commercial
3. Codes et normes
4. Sensibilisation et acceptation

5.1 Conclusion générale

L'objectif original du programme était de financer un petit nombre de projets afin de faire la démonstration d'un large éventail de technologies de piles à combustible et d'hydrogène dans un environnement de travail associé à l'économie de l'industrie de l'hydrogène. Le nombre de projets financés est conforme aux estimations initiales du programme; cependant, moins d'activités de démonstration que prévu ont été soutenues dans le cadre de ces projets, ce qui a réduit la gamme d'expériences de développement en matière d'applications de l'hydrogène et des piles à combustible pour l'industrie canadienne. De fait, des progrès ont été réalisés même si les objectifs initiaux visant à appuyer la création et le développement de l'Autoroute de l'hydrogène en Colombie-Britannique et du Village de l'hydrogène à Toronto n'ont pas été entièrement atteints.

5.2 Apprentissage technique et organisationnel

Conclusion

La plupart des entreprises participantes ont acquis une expérience technique et amélioré de façon générale leurs capacités sur le plan des technologies de l'hydrogène. L'expérience tirée des activités de démonstration est vitale et a permis, dans certaines situations, d'enrichir aussi les apprentissages organisationnels. Les deux grands projets les plus complexes ont donné lieu à un apprentissage plus important du fait qu'un plus grand éventail de technologies ont été démontrées, comparativement aux projets de plus petite envergure.

Résultats

Dans le projet de Hydrogenics, un des principaux champs d'apprentissage relevait de l'ingénierie qui a exigé une collaboration de la part des membres du consortium afin d'intégrer leurs technologies respectives. Dans ce domaine, chaque démonstration a conduit au succès d'applications précises et à l'acquisition de nouvelles connaissances. Dans le cas des véhicules utilitaires Deere, un des principaux défis d'ingénierie était de fabriquer un système de transmission électrique qui pouvait s'intégrer à des piles à combustible dont la tension électrique

variait en fonction de la charge. Plusieurs importantes améliorations ont été apportées pour l'intégration des composants dans la deuxième série de véhicules, notamment l'utilisation de piles à combustible et de systèmes de contrôle plus simples et, par conséquent, moins coûteux.

En plus des connaissances acquises par l'intégration de technologies à des applications précises, il a été possible en observant les applications exploitées sur le terrain d'en tirer d'importants rudiments de savoir. Or, ce savoir ne se fonde pas uniquement sur les données techniques recueillies, mais aussi sur les perceptions des clients. Les démonstrations ont permis, par exemple, à Hydrogenics de comprendre les exigences des équipementiers et des utilisateurs finaux en matière de service et le rôle que devait jouer l'entreprise à cet égard.

Dans le projet de FCTL, malgré le fait que plusieurs difficultés aient été observées avec les systèmes de piles à oxyde solide, l'utilisation de gaz naturel par le projet de démonstration s'est révélée une réussite, enregistrant un total cumulatif de 5 484 heures de production électrique et atteignant une moyenne de 70 % de disponibilité au cours des deux mois suivant l'ouverture. Les piles à combustible elles-mêmes (c.-à-d. le tube en céramique) se sont révélées fiables, et leur intégration concrète dans les maisons en rangée utilisant la récupération de chaleur et les systèmes électriques a été relativement simple d'un point de vue technologique.

Le projet Ford a généré peu d'apprentissages techniques propres à la technologie de l'hydrogène au sein du consortium. En plus du fait que le consortium se limitait à une seule entreprise de technologie, la conception et le développement des autobus étaient la responsabilité de la société mère des États-Unis, et toutes les données sur la performance des véhicules étaient retransmises au centre de recherche et d'innovation, situé à Dearborn, au Michigan.

Le projet Sacré-Davey a réalisé d'importants progrès vers l'intégration de l'hydrogène et des technologies compatibles avec l'hydrogène, ainsi que dans le développement de l'infrastructure requise. Jusqu'ici, en fait, il a réussi à démontrer l'efficacité de plusieurs concepts technologiques, notamment le MCIH₂, la technologie H-GNC (gaz naturel comprimé enrichi d'hydrogène) et la pile à combustible, trois solutions concurrentielles pour réduire les gaz à effet de serre. Les quatre autobus au H-GNC de Translink, par exemple, se classent parmi les meilleurs autobus écologiques actuellement en circulation en ce qui a trait au rejet d'émissions.

5.3 Succès commercial

Conclusion

Les succès commerciaux ont été négligeables pour l'ensemble des entreprises, à l'exception de Hydrogenics qui, par suite d'une démonstration d'un système d'alimentation de secours, a été en mesure de conclure une commande ultérieure importante avec une entreprise américaine spécialisée dans les systèmes d'alimentation d'urgence, qui avait participé à une activité de démonstration. Bien que les succès commerciaux aient été mitigés, le programme APh₂, par l'entremise des démonstrations, a fait progresser les technologies de l'hydrogène jusqu'à un stade rapproché de la commercialisation.

Résultats

Des cinq démonstrations effectuées dans le projet de Hydrogenics, ce sont les applications fixes qui présentent la meilleure viabilité économique. La commande significative subséquente pour 500 piles à combustible passée par American Power Conversion¹⁶, par exemple, est le résultat direct de la démonstration présentée par Interlink. Emerson Power Networks du Canada¹⁷ ira aussi de l'avant, dans un avenir rapproché, avec un produit utilisant des piles à combustible qui s'appuie sur la démonstration à laquelle l'entreprise a pris part avec Hydrogenics pour les besoins de Bell Canada.

Pour ce qui est des applications mobiles, la viabilité commerciale n'est pas encore à portée de la main comme l'espéraient les membres du consortium au début du projet, notamment à cause des restrictions techniques liées au stockage de l'hydrogène et au fonctionnement par temps froid. Malgré ces limites, les démonstrations avec les véhicules utilitaires ont permis à John Deere and Co. de progresser en vue de la commercialisation du système de transmission électrique de ses véhicules qui pourront ultérieurement recevoir des piles à combustible lorsque la technologie aura évolué. La démonstration avec les « Gators » a incité d'autres entreprises intéressées à développer leurs propres applications utilisant des piles à combustible à passer des commandes. La seule démonstration qui n'est pas près d'être commercialisée est le véhicule de livraison qui, en plus d'être astreint par des contraintes techniques similaires, est désavantagé par la situation économique actuelle. Au prix actuel, les économies liées à une efficacité énergétique accrue de la technologie ne sont pas suffisantes pour couvrir le coût élevé du combustible à hydrogène et du véhicule.

Les trois autres projets n'ont encore mené à aucun débouché commercial. Avec la fermeture de FCTL, tout succès commercial qui pourrait découler de ce projet de démonstration est désormais limité. Cependant, au moment de l'évaluation, Siemens Westinghouse était en contact avec FCTL pour discuter les termes et conditions de l'achat de certains composants du système. Dans le cas de Ford, le suivi sur les commandes d'autobus dépendra des résultats de la démonstration, lesquels devraient être obtenus au complet d'ici décembre 2009, et de la décision de Ford de continuer à produire les véhicules. Pour ce qui est du projet de Sacré-Davey, quelques sociétés s'apprentent à confirmer la vente de produits mis au point pour la démonstration après la fin du projet. Les Power Cubes de Dynetek ont un bon potentiel de vente et la technologie de Westport suscite beaucoup d'intérêt. En outre, HTEC pourrait connaître un certain succès commercial en tant qu'entreprise établie à des fins de vente d'hydrogène comprimé.

¹⁶ Communiqué de presse, « Hydrogenics Awarded Supply Agreement From American Power Conversion to Deliver Up to 500 Fuel Cell Power Modules for Backup Power Applications », le 10 août, 2006 http://www.hydrogenics.com/ir_newsdetail.asp?RELEASEID=207097, consulté le 26 mars 2008. [en anglais seulement]

¹⁷ Communiqué de presse, « Emerson Takes on Fuel Cells as Telecom Power Backup Solution », le 7 mai, 2007, <http://www.emersonnetworkpower.com/energysystems/news-events-2007-5-07-FuelCellPanel.asp>, consulté le 26 mars, 2008. [en anglais seulement]

5.4 Codes et normes

Conclusion

En règle générale, les démonstrations ont révélé que les codes et les normes n'étaient pas des barrières comme l'avaient considéré au départ de nombreuses entreprises participantes. Les permis et les approbations nécessaires ont été délivrés pour l'ensemble des activités de démonstration. Le principal défi pour bon nombre de ces activités était de décrire leur mode de fonctionnement et de montrer aux divers parties concernées par l'évaluation de la conformité comment les préoccupations sur le plan de la sécurité étaient prises en considération.

Résultats

Un des défis communs à toutes les démonstrations du projet de Hydrogenics relevait du processus d'approbation fixé par les divers organismes de réglementation. Étant donné que chaque application s'inscrivait dans un contexte opérationnel différent, les défis étaient, pour la plupart, uniques. Ainsi dans le cas d'Interlink, qui devait installer des bouteilles d'hydrogène dans un édifice situé au centre-ville, il a fallu que, dans le cadre d'approbation, le lieu d'entreposage soit classé comme étant « à l'extérieur » du bâtiment. Par contre, le système d'alimentation de secours de Bell était installé à l'extérieur et était par conséquent déjà plus conforme aux codes en vigueur.

Alors que le projet de FCTL n'avait pas de répercussions directes sur la révision des codes, il a permis de démontrer que des systèmes à l'hydrogène pouvaient être installés conformément à la réglementation existante, notamment celle de la National Fire Protection Association (NFPA). Air Liquide, qui a mené toutes les entrevues avec les autorités veillant au respect des normes et des codes et organisé des rencontres afin de discuter de leurs attentes, a joué un rôle clé dans la gestion des différents codes. L'un des succès, par conséquent, a été de démontrer que les codes et normes ne devaient pas être perçus comme des obstacles.

Le consortium de Ford a découvert, sauf une exception, qu'il y avait beaucoup moins de codes et de règlements représentant des obstacles que ce qui avait été prévu au départ. Ainsi, le consortium a donc pu rediriger ses efforts sur la communication avec les premiers répondants, les utilisateurs finaux et les autres parties en vue de les renseigner sur la sûreté des véhicules à l'hydrogène.

Le projet de Sacré-Davey, tout comme les autres consortiums, avait conclu qu'il était possible d'œuvrer dans le cadre des codes existants, mais au prix de laborieuses négociations avec chacune des autorités d'approbation concernées. Aux termes des contrats signés avec les fournisseurs, les technologies des sous-traitants devaient recevoir l'approbation des autorités concernées. En général, face au grand nombre de codes et de normes applicables, à l'imprécision des limites des domaines de compétence et au caractère novateur de la technologie et du carburant lui-même, tous les intervenants ont été plongés dans un processus d'apprentissage des plus rapides et ardu¹⁸.

¹⁸ Source : Rapport d'étape de Sacré-Davey, juin 2007.

5.5 Sensibilisation et acceptation

Conclusion

Il y a eu une conscientisation et une acceptation de la technologie de l'hydrogène principalement à deux niveaux. Au premier niveau, parmi les représentants officiels et les individus participant directement aux activités de démonstration, y compris les premiers intervenants (pompiers, policiers, ambulanciers, etc.), les techniciens, les mécaniciens et les gestionnaires d'immeubles, on a indiqué que toutes les activités de démonstration avaient grandement contribué à accroître la sensibilisation. À un niveau plus large de sensibilisation publique, les résultats ont varié pour différentes raisons, notamment le degré de visibilité publique des activités de démonstration, le degré d'accès du public aux sites de démonstration, le nombre de sessions de sensibilisation effectuées et le fait que les activités de démonstration de deux des projets n'avaient pas encore été réalisées au moment de l'évaluation.

Résultats

Chaque démonstration du projet de Hydrogenics a eu un impact important pour ce qui est de l'acceptation générale de l'hydrogène comme source d'énergie. L'utilisation de véhicules utilitaires dans un espace public et le fait de les avoir intégrés à l'équipement utilisé dans le cadre de l'Exposition nationale canadienne pendant trois années consécutives ont grandement contribué à accroître la visibilité des technologies à l'hydrogène, tout en augmentant l'aisance du public et des conducteurs des véhicules quant au fait de travailler en utilisant de l'hydrogène. De même, en étant utilisée sur des voies urbaines au centre de la ville, la fourgonnette de Purolator a soulevé beaucoup d'intérêt auprès d'un public curieux qui n'hésitait pas à poser des questions sur le véhicule.

Quant aux démonstrations moins publiques, elles ont aussi eu des répercussions, notamment auprès des agents responsables de vérifier la conformité aux codes. Dans le cas de plusieurs projets pour lesquels une approbation était requise, les commissaires des incendies et autres agents sont devenus d'ardents défenseurs de ces projets une fois que le fonctionnement des systèmes leur ait été expliqué et que les exigences réglementaires aient été satisfaites. Pour le projet de la fourgonnette de Purolator, la démonstration a eu des répercussions au sein même de l'entreprise lorsque les dirigeants ont donné leur aval au projet après avoir vu le véhicule en service.

Dans l'ensemble, l'effet de sensibilisation de ces projets s'est trouvé grandement amplifié grâce au village de l'hydrogène dont l'objectif est de sensibiliser les marchés et de vaincre leur résistance à l'endroit de l'hydrogène, des piles à combustible et d'autres technologies connexes, dans la région du Grand Toronto. Même si le concept de village de l'hydrogène avait déjà fait l'objet de discussions bien avant le lancement du programme APh2, ce n'est que par suite de son financement dans le cadre du programme que le concept a pu voir le jour. Ces projets ont permis d'illustrer le concept tout en répondant aux objectifs de financement du gouvernement fédéral et en soutenant des entreprises canadiennes pour l'obtention de ce financement. Même si les démonstrations en tant que tel sont terminées, elles continuent d'être publicisées de par le monde

lors d'expositions commerciales et dans des congrès (40 présentations et 15 événements en date d'octobre 2007).

La sensibilisation générale du public au projet de FCTL a également été accrue grâce au village de l'hydrogène qui a continué à le promouvoir lors de salons professionnels et de conférences, parallèlement aux projets liés à l'hydrogène dans la région du Grand Toronto. En outre, la démonstration a eu des répercussions importantes auprès de l'Université et des autorités locales, en démontrant qu'il est tout à fait possible de mettre en place ces systèmes et en se familiarisant de plus en plus avec l'utilisation de l'hydrogène. La mise en place du projet de démonstration sur un campus a également permis de donner une visibilité importante de cette technologie aux étudiants.

Comme les démonstrations du projet de Ford ne sont pas encore terminées, l'impact du projet sur la sensibilisation du public ne peut pas encore être évalué complètement. Cependant, les démonstrations ont généré des commentaires positifs, et une certaine couverture médiatique ainsi que des communiqués de presse émanant de différents organismes participants indiquent que le projet a eu de l'impact. Le choix de la Colline du Parlement comme l'un des sites a été généralement favorable pour promouvoir la sensibilisation et l'acceptation, car il capte l'attention des parlementaires et représente une destination populaire auprès des touristes. Toutefois, les répercussions ont été amoindries par certaines sensibilités propres à la Colline du Parlement qui ont eu pour effet de limiter la publicité accordée aux démonstrations. En effet, puisque le Parlement ne peut être perçu comme favorisant une entreprise ou une technologie, les activités de sensibilisation du public ont été restreintes, tout comme la publicité des personnes morales responsables de la technologie.

Certaines démonstrations de Sacré-Davey ont bénéficié d'une visibilité relativement importante. C'est le cas du lave-auto EasyWash et des applications mobiles. De son côté, la société Sacré-Davey a publié plusieurs dépliants pour expliquer le projet et donné plusieurs conférences sur ses divers éléments à travers le monde. Pourtant, même si chacune des entreprises partenaires a publié un ou même plusieurs communiqués de presse pour annoncer sa participation au projet, les médias se sont montrés plutôt réservés jusqu'à maintenant. Il faut cependant signaler que les démonstrations viennent tout juste de commencer.

6. RÉSULTATS : CONCEPTION, MISE EN ŒUVRE ET RAPPORT COÛT-EFFICACITÉ

6.1 Conception du programme et des projets

Conclusion

Les participants conviennent que les ententes de partenariat sont un facteur clé dans le développement des technologies et des marchés pour l'industrie. De façon générale, ils ont accepté l'exigence du programme de créer un consortium, mais certains ont indiqué qu'ils étaient parvenus à un niveau élevé de développement technologique à l'intérieur de la chaîne d'approvisionnement en collaboration avec diverses sociétés dans le cadre de projets qui n'imposaient pas cette exigence. En définitive, les demandeurs ont accepté l'idée d'un consortium, mais la disposition relative à la responsabilité, qui a été prévue afin de réduire le risque financier pour le gouvernement, posait problème pour certaines entreprises. En effet, l'exigence selon laquelle tous les membres du consortium étaient solidairement responsables du projet constituait un risque financier que certaines entreprises hésitaient à endosser.

Outre l'exigence du consortium et la disposition connexe relative à la responsabilité mises en place pour stimuler la réussite du programme et minimiser le risque financier pour le gouvernement, l'évaluation a mis en lumière d'autres caractéristiques des projets qui ont également joué un rôle dans l'atteinte des résultats :

- *Taille du projet* : Les deux plus grands projets comportant de nombreuses démonstrations – ceux de Hydrogenics et de Sacré-Davey – ont mieux réussi à faire la démonstration de leurs résultats que les projets de plus petite envergure et moins complexes.
- *Type d'utilisateurs* : La participation d'entreprises à titre d'utilisateurs plutôt que d'institutions a contribué à mettre en valeur les applications commerciales, faisant ainsi progresser le développement technologique.
- *Situation financière des sociétés responsables* : Les sociétés responsables de la direction des projets dont la situation financière était saine ou dont les compétences en gestion étaient solides ont eu plus de facilité à gérer les exigences administratives du programme.

Résultats

L'exigence de former un consortium avait pour but de favoriser la collaboration et l'apprentissage dans la chaîne d'approvisionnement, un objectif largement appuyé au sein de l'industrie. La collaboration a permis à des fournisseurs de technologie de travailler avec des fournisseurs et des fabricants d'équipement pour assurer l'intégration efficace de leurs produits. La formation de consortium a aussi eu un effet catalyseur important pour la mise en place de la chaîne d'approvisionnement et pour le rapprochement de fournisseurs potentiels. Ce qui s'avérait important tant d'un point de vue technique, puisque le savoir est ainsi transmis d'un bout à

l'autre de la chaîne d'approvisionnement, que d'un point de vue commercial, les projets ayant donné aux sociétés responsables l'occasion de créer un plan d'affaires avec ses partenaires.

Les sociétés qui n'étaient pas responsables mais qui avaient accepté de faire partie du consortium n'agissaient habituellement pas différemment de leurs homologues sur la base du contrat. En d'autres termes, on ne pouvait noter aucune différence d'attitude entre les sociétés faisant partie ou non du consortium; en effet, toutes les sociétés ont mené leurs activités en fonction de leur contribution particulière. La portée des projets, qui dépassait les capacités d'une seule entreprise, a semblé avoir des répercussions plus importantes sur les objectifs de la collaboration que l'exigence rigide de la mise sur pied d'un consortium.

L'autre but de créer un consortium était de réduire le risque financier pour le gouvernement dans le financement de ces projets. Ce but a été atteint par l'inclusion d'une clause liée à la responsabilité. La plupart des personnes interrogées ont mentionné que la clause liée à la responsabilité était souhaitable dans la mesure où elle soutenait l'élaboration de l'approche de consortium; cependant, en pratique, la conformité à cette clause s'est avérée difficile, car elle nécessitait que chaque entreprise du consortium accepte d'être responsable des actions des autres. En effet, les entreprises craignaient qu'un partenaire manque à son engagement et laisse les autres responsables de cette perte encourue dans le cadre du projet. En raison de ces difficultés, les négociations entre les entreprises et le programme APh2 ont été plus longues que ce qui avait tout d'abord été prévu.

Alors que l'exigence de former un consortium et l'exigence liée à la responsabilité étaient créées pour réduire les risques du projet et pour maximiser le succès du projet, d'autres caractéristiques de la conception du projet ont été déterminées comme étant des éléments clés. Le fait de soutenir plusieurs applications dans un seul projet, comme c'était le cas dans les projets de Hydrogenics et de Sacré-Davey, a favorisé la mise en commun de l'apprentissage par les entreprises de la chaîne d'approvisionnement. Plusieurs des applications, par exemple, ont eu à subir des courbes d'apprentissage semblables pour ce qui est de la conformité aux codes et à l'intégration des technologies. Par conséquent, les avantages tirés de l'expérience dans le cadre d'une application pouvaient être transférés à d'autres applications, améliorant ainsi les chances du projet de démonstration. De même, le projet de Sacré-Davey a jusqu'ici réussi à démontrer l'efficacité de plusieurs concepts technologiques, notamment les technologies de MCIH2 et de H-GNC ainsi que les piles à combustible, trois solutions concurrentielles pour réduire les gaz à effet de serre.

La capacité d'une entreprise à gérer les retards et à offrir le soutien administratif requis pour diriger efficacement le projet s'est aussi révélée être un facteur clé pour la réussite de la mise en œuvre du projet. Une part considérable des ressources de FCTL était chargée de mener à bien leur projet. Ford Canada, qui avait investi beaucoup de temps dans l'administration du projet, a également fait part des difficultés auxquelles les plus petites entreprises sont confrontées pour la gestion de tels projets. Le fait que l'un des consortiums soit dirigé par une société d'experts-conseils spécialisée en gestion de projets (Sacré-Davey) souligne davantage le lourd fardeau associé à la gestion de tels projets.

Parmi les quatre consortiums financés par le programme APh2, le consortium Sacré-Davey se distingue sur trois points importants. D'abord, il est dirigé non pas par des concepteurs de

technologie, mais par une société d'experts-conseils ayant de l'expertise en gestion de projets, sans doute mieux placée pour régler les aspects administratifs du programme. Ensuite, c'est le seul consortium dont le financement atteint la limite de 75 % fixée par les règles de cumul du Conseil du Trésor. Bien qu'avantageuse du point de vue financier, cette situation a aussi nécessité un travail administratif supplémentaire puisque, pour respecter les modalités de chaque programme, la société doit attribuer les sommes perçues à des éléments spécifiques de chacun des projets de démonstration. Enfin, le consortium fait beaucoup appel à la sous-traitance (sur les neuf sociétés extérieures au consortium qui participent au projet, cinq sont des sous-traitants) pour obtenir les technologies de l'hydrogène requises. Tous ces facteurs ont grandement influé sur la réussite du projet.

6.2 Mise en œuvre du programme

6.2.1 Atteinte des entreprises ciblées

Conclusion

Le programme a atteint les entreprises ciblées. Ces entreprises (dont la plupart étaient des PME, à l'exception de Ford Canada, Deere & Company, Purolator Courier et Bell Canada) étaient des fournisseurs de technologies de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, des utilisateurs et des fournisseurs ainsi que des organismes gouvernementaux responsables.

Résultats

Le CGRR¹⁹ du programme APh2 indique que pour avoir du succès, le programme doit atteindre diverses sociétés et organisations incluant celles liées à la production, au stockage et à la distribution d'hydrogène, au développement de technologies de l'hydrogène et de technologies compatibles avec l'hydrogène, ainsi que des utilisateurs qui intégreront les technologies de l'hydrogène dans des applications portables, fixes et mobiles. Les données recueillies dans le cadre du programme indiquent qu'en plus des sociétés ayant reçu du financement dans le cadre du programme, 37 autres consortiums ont présenté une demande de financement ou se sont montrés intéressés au programme. Ces consortiums et partenariats représentent 87 entreprises et organisations actives dans le secteur de l'hydrogène et des piles à combustible au Canada.

Parmi les autres organisations ayant à cœur le succès du programme APh2 faisant la promotion du développement de l'industrie, on compte notamment le Comité canadien sur l'hydrogène et les piles à combustible, Hydrogen & Fuel Cells Canada, l'Institut d'innovation en piles et combustible du CNRC, l'ACPCT et TDDC.

En tout, 20 différentes applications de l'hydrogène ont fait l'objet de démonstrations, dans le cadre du programme APh2, auxquelles ont participé plus de 50 entreprises représentant tous les domaines de l'industrie de l'hydrogène décrits ci-dessus (les participants au programme APh2 et

¹⁹ Cadre de gestion et de responsabilisation axé sur les résultats (CGRR), programme h2EA, Industrie Canada – Partenariat technologique Canada, 2003

leurs domaines d'intérêt sont décrits dans les Principaux indicateurs de rendement²⁰). De plus, l'ACPCT était un partenaire financier dans les projets de Hydrogenics, de Sacré-Davey et de Ford. TDDC était aussi un partenaire financier dans le projet de Sacré-Davey.

6.2.2 Processus de présentation des demandes

Conclusion

Le processus de demande concurrentiel a été jugé approprié par la plupart des demandeurs interrogés ayant utilisé avec succès ce mécanisme, mais un grand nombre de demandeurs, ayant utilisé le processus avec ou sans succès, sont d'avis qu'il est rigide et chronophage. Les interactions entre le programme responsable et les entreprises dans un secteur en développement comme celui de l'hydrogène et des piles à combustible sont importantes à toutes les étapes depuis le processus de demande à la signature de l'entente jusqu'à l'établissement de rapports sur les résultats. On a laissé entendre qu'il n'y avait pas suffisamment de ressources au niveau ministériel lorsque le programme a été mis en œuvre pour gérer efficacement la forte participation.

Résultats

De nombreuses personnes interrogées ont noté le grand intérêt à l'endroit du programme lors de son lancement et durant le processus de présentation de demande. L'intérêt pour le programme a généré un grand nombre de demandes (40 demandes en date du 16 février 2004²¹). En une semaine, différentes entreprises ont soumis 10-12 propositions, et, de ceux-ci, le programme a invité les organisations à déposer des propositions plus détaillées. Globalement, ce processus a été perçu par ces demandeurs comme étant une bonne approche; de fait, ils avaient l'impression que le programme était hautement concurrentiel mais qu'il n'était pas associé à suffisamment de financement. Même si ces entreprises n'avaient pas de problème avec cette approche, elles étaient préoccupées par le fait que les ressources du programme étaient insuffisantes pour gérer la charge de travail. En effet, le programme a été rapidement encombré par les demandes, et, avec seulement trois personnes travaillant pour le programme à ses débuts, il n'avait pas la capacité d'évaluer les demandes en temps opportun.

Le processus d'évaluation des demandes était supposé prendre entre un et trois mois, mais, en pratique, ce processus était beaucoup plus long et pouvait prendre jusqu'à un an dans certains cas. Une vérification effectuée par Industrie Canada en 2006 indique que la durée du processus était causée en partie par la collecte de l'information et de la documentation auprès des demandeurs²². La longueur de ce processus a eu des répercussions pour les demandeurs, et ce, tant des points de vue technologique que financier. En effet, pour les projets misant sur la technologie, la technologie avait parfois progressé au moment où ils étaient approuvés, et les projets n'étaient donc plus viables à moins que la technologie soit mise à jour. Un répondant de

²⁰ Principaux indicateurs de rendement, programme APh2, page 5, 20 février 2007

²¹ h2EA – Rapport d'étape après six mois d'activité, Performance Management Network Inc., Industrie Canada, 23 novembre 2004

²² Programme des adhérents pionniers de l'hydrogène, Direction générale de la vérification et de l'évaluation, Industrie Canada, juin 2006.

l'industrie a expliqué la situation ainsi : « L'industrie progresse rapidement et le processus d'approbation du PTC n'a pas suivi pas le rythme. » Dans ce cas particulier, le processus d'approbation a duré un an, et, pour des raisons commerciales, l'entreprise a décidé de ne pas aller de l'avant, ce qui laisse entendre que si le délai avait été plus court, l'entreprise aurait très bien pu mettre en œuvre le projet. En raison de ces délais, il a aussi été difficile de garder les membres des consortiums engagés à l'égard de la démonstration, et, dans certains cas, cette situation a entraîné un changement de partenaires et un changement pour ce qui est des ententes de partage des coûts.

Le processus de « mise en lot des propositions » a également soulevé des préoccupations de la part des intervenants de l'industrie. En effet, les propositions pouvaient être envoyées à PTC en tout temps, mais celles-ci étaient transmises en lots au comité de sélection à des dates précises indiquées sur son site Web. Cette procédure prolongeait la durée du processus d'approbation de certains projets et, d'après certaines personnes interrogées, minait grandement l'impulsion créée au stade du dépôt de la proposition entre les membres du consortium. D'un autre côté, d'une perspective de diligence raisonnable, cette procédure était nécessaire de manière à ce que les propositions soient comparées les unes avec les autres dans un processus concurrentiel et transparent.

6.2.3 Processus de diligence raisonnable

Conclusion

Dans l'ensemble, on a jugé que le programme APh2 était trop rigide dans l'élaboration et l'application des procédures destinées à une industrie qui n'est pas entièrement parvenue à maturité et qui est sujette à un changement technologique rapide. Les conditions du programme étaient appropriées aux activités de démonstration des technologies existantes (ce qui répond à l'objectif du programme), mais moins pertinentes aux projets faisant encore l'objet de développement, qui comportaient, de façon inattendue, certaines technologies dont la démonstration avait été faite dans le cadre de projets financés. La réattribution de dossiers, rendue nécessaire par des changements de personnel au cours du cycle de vie des projets, a compliqué davantage la situation, nuisant à l'appui continu qui devait être fourni pour les fins de l'administration des projets financés.

Résultats

Le programme a été mené avec un système d'approbation semblable à celui du programme de R et D de PTC. Par conséquent, le processus de diligence raisonnable, une fois appliqué au programme APh2, ne considérait pas le fait qu'il était possible que les projets de démonstration aient besoin d'ajustements au cours de la mise en œuvre. Par exemple, lorsqu'un projet était approuvé, PTC ne pouvait pas apporter de changements en vertu de ses règles de procédure, à moins qu'une demande ne soit faite en vue de modifier l'accord de contribution avec une justification à l'effet que cela retarderait davantage la mise en œuvre du projet par les entreprises. Les modifications à l'accord de contribution devaient être évaluées par le Conseil des programmes et des services (CPS), un comité au niveau du sous-ministre adjoint à Industrie

Canada, une étape qui ajoutait à la complexité du processus et qui causait des retards dans la mise en œuvre des projets.

Les autres questions administratives qui ont causé des problèmes aux entreprises comprenaient l'interprétation des coûts admissibles, le respect des règles de cumul, la conformité aux exigences réglementaires et, tel qu'indiqué à la section 6.1, la nécessité de s'assurer que les contributions provenant de différentes sources puissent être attribuées à des éléments précis du projet. Cette situation est devenue encore plus difficile à gérer avec le transfert de dossiers, rendu nécessaire par les changements de personnel, au cours du cycle de vie des projets. Ainsi, de nouvelles relations devaient être établies entre les membres du consortium et le personnel du programme, alors que certaines relations s'étaient détériorées en raison de la complexité de la gestion des projets.

7. CONCLUSIONS

Les responsables du développement technologique dans l'industrie de l'hydrogène au Canada sont généralement de petites et moyennes entreprises qui n'ont pas les ressources nécessaires pour donner suite à de lourdes exigences de rapport, participer à des négociations de longues durées, ou faire face à des retards de paiement. Selon ces entreprises, il est nécessaire de doter le programme d'une structure flexible et adaptée aux besoins des entreprises pour qu'elles puissent atteindre les objectifs du programme. Il importe également de respecter le principe de diligence raisonnable. Ainsi, au vu de ce qui précède, les suggestions suivantes peuvent se révéler utiles dans l'examen des plans des futurs programmes :

(i) Le modèle de consortium axé sur la collaboration entre les entreprises, qui est généralement réservé aux objectifs d'un programme de recherche préconcurrentiel, ne constitue qu'une façon de promouvoir la collaboration entre les entreprises. Les relations contractuelles fondamentales peuvent se révéler très efficaces pour promouvoir la mise en commun de l'apprentissage et des connaissances acquises par les entreprises de la chaîne d'approvisionnement, à condition que les projets soient d'une envergure telle que les capacités d'une seule entreprise ne suffisent à les mener à bien.

(ii) Le but d'un programme de démonstration de technologies est d'absorber une part du risque inhérent au développement de nouvelles technologies qu'on vise à commercialiser. Les exigences des projets et les processus de diligence raisonnable doivent donc refléter le but visé.

(iii) Le niveau de développement des technologies proposées actuellement dans le cadre de projets de démonstration est critique à l'atteinte des objectifs du programme. Il est possible que les conditions appropriées à des activités de démonstration des technologies éprouvées dans des marchés clés conviennent moins à des technologies pouvant encore nécessiter un développement plus poussé pendant le stade de démonstration.

Le Programme des adhérents pionniers de l'hydrogène a pris fin le 31 mars 2008. Le rapport d'évaluation ne contient aucune recommandation en raison de ce fait, ni de plan d'action de la part de la gestion. La réponse de la gestion a confirmé son accord avec les constatations et conclusions de l'évaluation.