

# Feuille de route du Canada sur la technologie des véhicules électriques

Une vision stratégique pour les véhicules électriques  
à batterie, les véhicules rechargeables et les autres  
véhicules électriques hybrides aptes à circuler sur les routes



Produit grâce au financement du



Gouvernement  
du Canada

Government  
of Canada

Canada



Papier recyclé



## Lettre du président du Comité directeur de l'industrie

### La course est lancée !

Le monde est entré dans une course pour faire de la traction électrique le principal moyen d'assurer le confort, l'utilité et l'efficacité des modes de transport de nos sociétés modernes.

Le Canada est en compétition avec d'autres pays pour bénéficier des avantages industriels, sociétaux et environnementaux des véhicules électriques. Nous avons commencé la course en bonne position, grâce à notre énergie électrique abondante et renouvelable et au dynamisme des entreprises et des chercheurs du Canada en ce qui a trait à la mise au point de nouvelles technologies prometteuses.

Toutefois, nous ne sommes pas arrivés à maintenir notre avance sur la concurrence quand est venu le temps de passer de la recherche à la commercialisation. Nous avons laissé les entreprises et les gouvernements d'autres pays nous doubler. Contrairement à nous, ces pays ont su se fixer des objectifs agressifs et investir pour les réaliser – pour mettre sur la route des véhicules écologiques et préparer l'avenir d'une nouvelle industrie de l'automobile.

Il n'est pas trop tard. Si nous agissons maintenant, nous pourrions reprendre une position de tête en mettant sur le marché des véhicules électriques et profiter de tous les avantages de cette industrie bourgeonnante, notamment en ce qui a trait à la commercialisation d'une technologie canadienne dominante à l'échelle mondiale et à la création d'emplois axés sur le savoir bien rémunérés, au Canada. Le déploiement de véhicules électriques permettra également de réduire la consommation de carburant et d'améliorer la qualité de l'air dans nos villes, tout en diminuant les émissions de gaz à effet de serre.

Afin que ces avantages se concrétisent, il faudra une action immédiate et un investissement de la part des gouvernements et de l'industrie. Autrement, il sera tout simplement impossible d'atteindre l'objectif fixé dans la Feuille de route, soit qu'il y ait d'ici 2018, au moins 500 000 véhicules électriques sur les routes canadiennes.

Autrement dit, il ne faut pas que la présente Feuille de route finisse sur une tablette à prendre la poussière. Elle ne doit pas être juste un autre rapport se penchant sur les possibilités et les défis des véhicules électriques, sans proposer rien de pratique pour en profiter. Elle ne doit pas simplement servir à alimenter la discussion – elle doit mener à des actions concrètes et rapides.

La course aux emplois, aux investissements et à un environnement plus durable est lancée et la victoire reste possible. Cependant, tout comme nous devons passer de la recherche à la commercialisation, nous devons maintenant achever l'élaboration de cette Feuille de route et passer à sa mise en œuvre.

Seules des actions immédiates et significatives nous permettront de concurrencer les autres pays et de concrétiser tous les avantages de la mobilité électrique. La Feuille de route contient plusieurs recommandations importantes qui, si elles sont mises en œuvre, permettront aux Canadiens de relever les principaux défis soulignés dans le présent document.

Je remercie les membres du Comité directeur pour les nombreuses heures passées à tenter de trouver des solutions à des questions complexes qui changent rapidement, ainsi que le gouvernement du Canada pour le soutien et les conseils reçus durant ce processus.

Veillez agréer mes salutations distinguées.



Mike Elwood

## Membres du Comité directeur

**Mike Elwood** – Azure Dynamics Corporation (président)

**Roger Martin** – Unicell Limited (vice-président)

**Eric Bibeau, Ph D.** – Université du Manitoba

**Ken Bondy** – CAW/TCA – Canada

**Sylvain Castonguay** – Centre national du transport avancé

**Ian Clifford** – ZENN Motor Company

**Al Cormier** – Mobilité électrique Canada

**Gitanjali Dasgupta** – Electrovaya

**Mark Dubois-Phillips** – BC Hydro

**Eric Lamoureux** – Association canadienne des automobilistes

**Tom Molinski** – Manitoba Hydro

**Tom Odell** – General Motors du Canada Ltée

**Bob Oliver** – Pollution Probe

**Wyman Pattee** – Ford du Canada Ltée

**Serge Roy** – Hydro-Québec

### **Avis important à propos du Comité directeur de l'industrie et de la Feuille de route**

La présente Feuille de route donne le point de vue de nombreuses parties intéressées et a été rédigée sous la direction du Comité directeur de l'industrie. Le contenu, les conclusions et les recommandations n'ont pas nécessairement l'aval des organisations participantes et de leurs employés ou du gouvernement du Canada.

## GLOSSAIRE DES TERMES AVEC LEUR ABRÉVIATION

Terme	Usage dans la Feuille de route
<b>Batterie</b>	Dispositif servant à emmagasiner de façon chimique l'énergie électrique.
<b>Énergie renouvelable</b>	Énergie pouvant être naturellement reconstituée ou renouvelée au cours de la durée de vie d'un être humain.
<b>Moteur à combustion interne (MCI)</b>	Moteur à quatre temps ou de type similaire utilisant l'essence, le carburant diesel, le gaz naturel, un biocarburant ou autre liquide ou gaz combustible.
<b>Pile à combustible</b>	Dispositif électrochimique fournissant de l'électricité à partir de réactifs d'une source externe, qui doivent être renouvelés.
<b>Réseau intelligent</b>	Réseau de distribution permettant une communication numérique bidirectionnelle entre les producteurs et les consommateurs en plus de servir à transporter l'énergie électrique dans une direction ou dans les deux directions.
<b>Système de gestion de la batterie</b>	Système électronique contrôlant la charge et la décharge du bloc-batterie et les fonctions connexes.
<b>Véhicule électrique (VE)</b>	Véhicule utilisant un ou plusieurs moteurs électriques pour assurer une partie ou la totalité de ses déplacements.
<b>Véhicule électrique à autonomie étendue (EREV)</b>	Véhicule fonctionnant comme un VEB (voir ci-dessous) sur au moins 16 kilomètres lorsqu'il roule à haute vitesse ou qu'il est conduit de façon agressive. Il est muni d'une source d'énergie auxiliaire qui n'est utilisée que lorsque l'énergie de la batterie ne peut soutenir le fonctionnement continu du véhicule.
<b>Véhicule électrique à batterie (VEB)</b>	Véhicule alimenté uniquement par l'énergie accumulée dans une batterie ou autre système de stockage de l'énergie de bord.
<b>Véhicule électrique hybride</b>	Véhicule électrique (voir ci-dessus) dont la seule source d'énergie électrique est un moteur à combustion interne (MCI) (voir ci-dessus).
<b>Véhicule électrique hybride rechargeable (VEHR)</b>	Véhicule électrique (voir ci-dessus) pouvant être réalimenté par une source électrique externe et qui est doté d'un MCI (voir ci-dessus) pour recharger la batterie ou assurer les déplacements, ou les deux.
<b>Véhicule électrique rechargeable</b>	Véhicule électrique (voir ci-dessus) pouvant être réalimenté par une source électrique externe; il inclut les véhicules électriques à batterie et les véhicules électriques hybrides rechargeables (voir ci-dessus).

# Table des matières

---

<b>1. Introduction</b> .....	5
1.1 Objectifs et organisation du présent document .....	5
1.2 Le processus des feuilles de route .....	6
<b>2. Vision de la mobilité électrique en 2018</b> .....	7
2.1 Véhicules couverts par cette vision .....	7
2.2 La vision .....	8
2.3 Futures feuilles de route sur les véhicules électriques .....	9
<b>3. Pourquoi les véhicules électriques ?</b> .....	10
3.1 Nécessité d'un changement .....	10
3.3 Améliorations possibles grâce à l'électrification.....	13
3.4 L'électricité, la solution la plus disponible et renouvelable pour le Canada .....	14
<b>4. Points à considérer dans la mise en marché des VE</b> .....	15
4.1 Sondage effectué par Pollution Probe et Environics à propos des perceptions des Canadiens concernant les véhicules électriques .....	15
4.2 Sondage effectué par Mobilité électrique Canada auprès de propriétaires de parcs de véhicules et de particuliers .....	15
4.3 Sondage effectué par Synovate auprès de consommateurs américains .....	16
4.4 Prévisions de marché pour les véhicules électriques.....	17
4.5 Les considérations susmentionnées pourraient changer selon les circonstances .....	18
<b>5. Les parcours technologiques</b> .....	19
5.1 Stockage de l'énergie .....	19
5.1.1 Les sources d'énergie pour la traction électrique .....	19
5.1.2 Les batteries sont la clé .....	20
5.1.3 Pourquoi la densité énergétique compte .....	21
5.1.4 Durée de vie des batteries .....	21
5.1.5 Sécurité .....	22
5.1.6 Coût de la batterie : stockage .....	22
5.1.7 Coût de la batterie : endurance cyclique .....	23
5.1.8 Situation canadienne .....	24
5.1.9 Lithium : ressources, recyclage et réutilisation .....	25
5.1.10 Autres types de batteries .....	25



5.1.11 Stockage d'énergie : rappel des principaux enjeux .....	25
5.1.12 Initiatives stratégiques : stockage d'énergie .....	26
<b>5.2 Composants .....</b>	<b>26</b>
5.2.1 Composants des VE .....	26
5.2.2 Coûts des composants des VE .....	28
5.2.3 Compétences de base du Canada .....	28
5.2.5 Initiatives stratégiques : composants .....	29
<b>5.3 Intégration des véhicules .....</b>	<b>29</b>
5.3.1 Intégration des systèmes .....	29
5.3.2 Intégration mécanique et électrique .....	29
5.3.3 Gestion de l'énergie.....	30
5.3.4 Gestion thermique .....	30
5.3.5 Normalisation et essai.....	30
<b>5.4 Approvisionnement canadien en électricité pour les véhicules électriques .....</b>	<b>32</b>
5.4.1 Production de l'électricité .....	32
5.4.2 Infrastructure de l'approvisionnement en électricité : perspectives et enjeux .....	33
5.4.3 Arguments en faveur de l'énergie renouvelable .....	35
5.4.4 Les VE et le réseau électrique : chargement et communication .....	35
5.4.5 Initiatives stratégiques : approvisionnement en électricité et réseau électrique.....	36
<b>6. Nouveaux modèles commerciaux et incitatifs pour les VE .....</b>	<b>37</b>
6.1 Introduction .....	37
6.2 Facteurs de marché négatifs actuels pour lesquels il faudra trouver une solution .....	37
6.3 Illustration des facteurs de marché défavorables .....	38
6.4 Initiatives stratégiques : modèles commerciaux et incitatifs.....	40
<b>7. Nouvelles possibilités d'affaires au Canada pour les VE .....</b>	<b>41</b>
7.1 Industrie automobile du Canada .....	41
7.2 Industrie bourgeonnante de la mobilité électrique du Canada.....	42
7.3 Pont vers le futur .....	43
7.4 Possibilités de conversion et de mise à niveau : l'écart .....	43
7.5 Partenariat canadien : le pont .....	44
7.6 Électricité : le combustible de l'avenir.....	44
7.7 Ressources minérales pour les batteries et autres composants de VE .....	45
7.8 Initiatives stratégiques : nouveaux débouchés .....	45

<b>8. Parcours institutionnels</b> .....	<b>46</b>
8.1 Objectif et sujet de la présente section .....	46
8.2 Politiques et initiatives gouvernementales .....	46
8.2.1 Importance des politiques et des initiatives gouvernementales .....	46
8.2.2 Politiques et initiatives gouvernementales au Canada .....	46
8.2.3 Recherche et développement sur les VE au Canada .....	48
8.2.4 Situation du Canada par rapport à ce qui se fait ailleurs .....	48
8.2.5 Initiatives stratégiques : politiques et initiatives gouvernementales .....	48
8.3 Questions liées à la réglementation .....	49
8.3.1 Importance des règlements gouvernementaux .....	49
8.3.2 Règlements fédéraux .....	49
8.3.3 Règlements provinciaux et territoriaux .....	49
8.3.4 Règlements municipaux .....	49
8.3.5 Nécessité d'une harmonie interjuridictionnelle .....	49
8.3.6 Lacunes actuelles concernant la réglementation .....	51
8.3.7 Initiatives stratégiques : enjeux en matière de réglementation .....	51
8.4 Enjeux en matière de ressources humaines .....	51
8.4.1 Importances des enjeux en matière de ressources humaines .....	51
8.4.2 Situation actuelle relativement aux enjeux en matière de ressources humaines .....	52
8.4.3 Lacunes actuelles concernant les ressources humaines .....	52
8.4.4 Initiatives stratégiques : enjeux en matière de ressources humaines .....	52
8.5 Sensibilisation et éducation du public .....	53
8.5.1 Importance de la sensibilisation et de l'éducation du public .....	53
8.5.2 Situation actuelle concernant la sensibilisation et l'éducation du public .....	53
8.5.3 Les décideurs ont besoin d'information .....	53
8.5.4 Lacunes actuelles concernant la sensibilisation et l'éducation du public .....	53
8.5.5 Initiative stratégique : sensibilisation et éducation du public .....	53
8.6 Mise en œuvre .....	53
8.6.1 Comité de mise en œuvre de la Feuille de route .....	53
8.6.2 Institut du transport électrique .....	54
8.6.3 Initiative stratégique : mise en œuvre .....	54
<b>9. La route à suivre</b> .....	<b>55</b>
<b>Annexe A : Résultats du sondage mené par Pollution Probe et Environics</b> .....	<b>56</b>
<b>Annexe B : Prévisions de marché</b> .....	<b>59</b>



Annexe C : Participants au processus d'élaboration de la Feuille de route .....	60
Annexe D : Analyse FFPM .....	65
Annexe E : Initiatives, programmes et politiques des gouvernements à l'étranger .....	67
Annexe F : Membres du secrétariat fédéral .....	69

## Liste de figures

Figure 1. Émissions unitaires de gaz à effet de serre estimées pour une voiture compacte 2006 à moteur à combustion interne (moyenne canadienne) et à traction électrique (moyennes provinciales pour 2006) .....	13
Figure 2. Réponses au sondage de Synovate .....	17
Figure 3. Coûts de l'essence comparés aux coûts des batteries et de l'électricité dans deux scénarios .....	23
Figure 4. Analyse du point d'équilibre – Coût de la batterie par rapport à son endurance cyclique pour différents prix de l'essence .....	24
Figure 5. Production d'électricité au Canada en 2007 .....	32
Figure 6. Demande en électricité par heure et prix de vente en Ontario pour un mardi et un mercredi de janvier 2006 et de juillet 2005 .....	34

## Liste de tableaux

Tableau 1. Principaux enjeux de la technologie des batteries pour les VE .....	20
Tableau 2. Principaux composants et systèmes des VE qui diffèrent des composants équivalents des véhicules à MCI .....	27
Tableau 3. Objectifs techniques pour les systèmes de propulsion des véhicules électriques .....	28
Tableau 4. Comparaison entre les coûts actuels d'un véhicule à moteur à combustion interne et ceux d'un VE .....	39
Tableau 5. Comparaison entre les coûts futurs d'un véhicule à moteur à combustion interne et ceux d'un VE .....	40
Tableau 6. Stratégie visant à favoriser l'utilisation des véhicules électriques dans les villes .....	50

## Sommaire

---

*D'ici 2018, il y aura au moins 500 000 véhicules électriques aptes à circuler sur les routes canadiennes, ainsi que peut-être un plus grand nombre de véhicules électriques hybrides. Le contenu canadien de tous ces véhicules, en ce qui a trait aux pièces et à la fabrication, sera plus élevé que celui des véhicules en circulation sur les routes canadiennes en 2008.*

L'électricité comme source d'énergie de remplacement aux carburants classiques devient de plus en plus une réalité à court terme pour de nombreux pays, dont le Canada. Les véhicules électriques (VE) contribueront à favoriser le développement durable de l'énergie tout en luttant contre la pollution atmosphérique et les changements climatiques.

Si le marché des VE est en expansion au Canada, c'est parce que les Canadiens veulent des véhicules plus propres et plus efficaces. Les recherches confirment que les consommateurs nord-américains sont prêts à déboursier plus pour un VE si celui-ci procure des avantages environnementaux importants. Au Canada, on prévoit bénéficier de ces avantages, car presque toute notre électricité est produite à partir de sources d'énergies renouvelables et peu polluantes.

Le Canada, avec ses ressources énergétiques abondantes et son industrie croissante des VE, est en bonne position pour tirer profit de ce mode de transport propre. Notre industrie est bien placée pour devenir un fournisseur important de VE et de leurs composants, et ce, non seulement au Canada, mais aussi à l'échelle internationale. Le Canada a la possibilité de combiner ses efforts à ceux des États-Unis dans le cadre du marché intégré de l'industrie automobile en Amérique du Nord.

Afin de concrétiser cette commercialisation rapide et efficace des VE, les gouvernements et l'industrie doivent collaborer et s'assurer que les mesures nécessaires sont prises. Parmi ces mesures, mentionnons la mise au point de batteries perfectionnées et de dispositifs de stockage d'électricité, la mise en place d'une infrastructure de chargement, l'adoption de codes, de normes et de politiques, de même que l'éducation du public et l'acceptation de cette technologie par les consommateurs.

Le plus important de ces points est celui du stockage d'énergie. Les progrès réalisés en vue d'une utilisation généralisée des véhicules dont il est question dans la *Feuille de route du Canada sur la technologie des véhicules électriques* (la Feuille de route) dépendent avant tout d'un seul facteur : l'augmentation de la quantité d'énergie électrique pouvant être accumulée à bord d'un véhicule selon un volume ou un poids précis, ce qui permettrait d'augmenter l'autonomie du véhicule lorsqu'il fonctionne à l'électricité.

L'objet de la présente Feuille de route est de donner l'orientation stratégique afin d'assurer la mise au point et l'adoption des VE au Canada, tout en mettant en place les assises d'une industrie robuste.

La Feuille de route donne le point de vue de nombreuses parties intéressées, principalement l'industrie, sur la façon dont doit évoluer au Canada au cours des neuf prochaines années les VE aptes à circuler sur les routes, ainsi que sur ce qui doit être fait pour en assurer le progrès. La Feuille de route traite d'une variété de thèmes liés à la production et au déploiement de 500 000 VE ou plus au Canada d'ici 2018. Ces thèmes comprennent le stockage d'énergie, les composants des VE, l'intégration de ce type de véhicule, les modèles commerciaux et les possibilités qui s'offrent pour les VE, les politiques gouvernementales, les enjeux liés à la réglementation et aux ressources humaines, ainsi que la sensibilisation et l'éducation du public.

La Feuille de route vise deux types de véhicules commerciaux et personnels qui comptent exclusivement ou principalement sur l'électricité pour leur traction :

- Les VE à batterie qui fonctionnent uniquement à l'électricité et qui sont presque toujours chargés à partir du réseau électrique.
- Les VE hybrides qui ont un moteur à combustion interne en plus d'un moteur électrique. Le moteur à combustion interne peut charger la batterie en alimentant une génératrice pendant le déplacement du véhicule et peut aussi assurer la traction.

Les autres VE dont on ne tient pas compte dans la Feuille de route sont les véhicules à pile à combustible, les véhicules à deux ou à trois roues, les véhicules roulant à basse vitesse et hors route, les véhicules militaires et les véhicules comme les trolleybus qui sont alimentés par le réseau électrique pendant qu'ils se déplacent.

On cherche à réduire les émissions de carbone en se concentrant sur les VE dont le chargement des batteries se fait exclusivement ou principalement par raccordement au réseau électrique. Une partie de la force éventuelle du Canada dans la production et l'utilisation des VE repose sur son réseau électrique perfectionné et sa capacité de produire l'électricité voulue pour l'alimenter.

Au Canada, cette production d'électricité se fait à partir de sources renouvelables selon une proportion plus élevée que dans n'importe quel autre pays, ce qui signifie que la conversion du parc automobile canadien aux VE entraînerait d'importantes réductions des émissions de carbone par le parc automobile. En outre, un certain nombre des services publics provinciaux, territoriaux ou municipaux qui alimentent les Canadiens en électricité manifestent un solide intérêt pour les véhicules électriques.

Dans la Feuille de route, on fait trois recommandations en vue de concrétiser la vision pour les VE d'ici 2018. On y expose aussi les nombreuses questions nécessitant des mesures – des initiatives stratégiques à l'appui des recommandations.

Si les recommandations sont adoptées et si les initiatives stratégiques sont mises en œuvre, le Canada continuera d'avoir une industrie des VE en croissance et en pleine ébullition et il jouera un rôle de premier plan en vue de la transition vers une variété d'énergies plus durables.

Les recommandations faites aux gouvernements, à l'industrie et aux autres parties intéressées sont les suivantes :

1. Faire rapidement des investissements considérables en vue de la mise au point et de la fabrication au Canada de VE et de dispositifs de stockage d'énergie afin de mettre à profit la présence déjà solide du Canada dans ces industries.
2. Songer à bonifier les mécanismes fédéraux, provinciaux et territoriaux afin de promouvoir la mise au point des VE, leur acceptation par la population et leur approvisionnement en vue de l'utilisation personnelle ou commerciale, ainsi que la mise en place de l'infrastructure de chargement.
3. Reconstituer le Comité directeur comme Comité de mise en œuvre de la Feuille de route, avec le mandat de se pencher sur les initiatives stratégiques mises de l'avant dans ladite Feuille de route.

## Initiatives stratégiques

Les initiatives stratégiques relevées par les parties intéressées sont résumées ci-dessous dans quatre catégories. Elles sont toutes importantes et chacune devrait rapidement faire l'objet d'un examen de la part du Comité de mise en œuvre de la Feuille de route. Lorsque possible, des mesures pour chaque initiative devraient être prises d'ici le milieu de 2010.

### Technologie

- Améliorer le stockage d'énergie par la recherche fondamentale et appliquée, notamment en améliorant ce qui suit :
  - techniques de fabrication – afin d'accroître l'échelle, d'améliorer l'efficacité et de diminuer les coûts;
  - densité d'énergie – afin de réduire les coûts, d'accroître l'autonomie et de créer des systèmes plus petits et plus légers;
  - gestion et commandes électroniques – en vue d'une utilisation plus efficace du stockage d'énergie disponible;
  - compartiment du système – afin d'optimiser les aspects thermiques, électriques, mécaniques et de sûreté.
- Diminuer le coût des pièces des VE d'un facteur 2 ou 3 afin qu'elles puissent être concurrentielles par rapport aux pièces équivalentes du moteur à combustion interne.
- Diminuer le poids des pièces.

- Faire des essais d'infrastructure de chargement dans chacune des grandes régions canadiennes, y compris le chargement intelligent et les dispositifs de branchement de véhicules à la maison et au réseau électrique. Recommander des changements et des améliorations, et prendre note des répercussions des chargeurs multiples sur la qualité de l'énergie.
- Démontrer l'utilisation des véhicules en situation réelle afin d'évaluer la fiabilité et la durabilité du stockage d'énergie et des autres composants.

### État de préparation en ce qui a trait aux codes, aux normes, aux règlements et aux infrastructures

- Passer en revue les règlements nationaux, provinciaux et territoriaux et municipaux qui ont des incidences sur la fabrication et l'utilisation des VE au Canada. S'assurer que la réglementation favorise la mise au point des VE sans faire de compromis sur le plan de la sécurité et autres sujets de préoccupation.
- Harmoniser les normes et les pratiques nord-américaines relativement à l'intégration des pièces des VE, y compris les interfaces de chargeurs.
- Élaborer des normes harmonisées pour la conversion des véhicules usagés en véhicules à traction électrique.
- Modifier les codes du bâtiment et les autres règlements afin d'exiger d'inclure au moins les éléments de base des prises de chargement des VE dans tous les bâtiments neufs. Fournir des modèles de codes et de règlements.
- Élaborer des plans d'action menant à l'implantation d'une infrastructure opérationnelle.

### Études et évaluations

- Évaluer le bien-fondé et élaborer le mandat d'un Institut du transport électrique qui sera voué au développement et à la recherche appliquée sur les VE au Canada, ainsi qu'aux autres activités nécessaires pour généraliser l'utilisation des VE.
- Évaluer les répercussions éventuelles des programmes d'incitatifs pour l'achat de VE sur le taux de pénétration des VE et les incidences d'une garantie sur les batteries et des programmes de location.
- Estimer l'augmentation de la demande en électricité et en énergie électrique engendrée par les VE à l'échelle nationale et régionale, et ce, sur plusieurs périodes et selon divers niveaux de pénétration du marché. Tenir compte de la diminution de la charge des chauffe-moteur et de la charge supplémentaire due au conditionnement de la batterie. Évaluer la capacité actuelle et future prévue en vue de répondre à cette demande, en tenant compte des ajouts qui seraient nécessaires dans l'infrastructure de production et de distribution.
- Estimer les économies prévues du cycle de vie après le passage des véhicules à moteur à combustion interne aux VE, en prévoyant les changements dans les tarifs d'électricité et les prix des combustibles fossiles.
- Indiquer les répercussions sur les recettes publiques par suite du passage des véhicules à moteur à combustion interne aux VE.
- Évaluer si les sources d'électricité renouvelables pourront répondre aux besoins des 500 000 VE ou plus proposés d'ici 2018.
- Évaluer les perspectives des modèles de location de batterie et la viabilité de l'« adaptation » des batteries au Canada.
- Comparer les avantages pour la société et les coûts des moteurs électriques et des moteurs à combustion interne fonctionnant aux combustibles fossiles.
- Déterminer la faisabilité, les coûts et les avantages de la création d'une marque canadienne de VE aptes à circuler sur les routes.
- Déterminer les nouvelles occasions d'affaires pour les services publics canadiens, par suite de la croissance de l'industrie des VE.
- Déterminer et évaluer les défis que posent pour l'industrie canadienne des VE l'*American Recovery and Reinvestment Act* de 2009 et les autres mesures semblables ainsi que les possibilités qu'elles offrent.

- Déterminer quels seraient les possibles acheteurs précoces de VE, en particulier les parcs automobiles, ainsi que la façon de les encourager à devenir des acheteurs précoces.

## Éducation et sensibilisation

- Évaluer les besoins en ressources pour la formation, l'éducation et l'accréditation en matière de compétences liées à l'industrie émergente des VE. Fournir cette information aux organisations en mesure d'élaborer :
  - des cours techniques sur la réparation, le service et l'entretien des VE, ainsi que sur la conversion des véhicules à moteur à combustion interne en VE ;
  - des cours pour aider les diplômés universitaires et collégiaux à dénicher un emploi parmi les postes bien rémunérés de l'industrie émergente des VE, dans des secteurs comme la technologie des batteries, la technologie des systèmes d'alimentation, l'électronique de puissance, les procédés de fabrication et l'élaboration de nouveaux modèles commerciaux.
- Élaborer des programmes éducatifs et de relations publiques afin d'augmenter la sensibilisation à l'échelle du Canada quant aux avantages des VE et des technologies connexes.

Une tâche supplémentaire pour le Comité de mise en œuvre de la Feuille de route serait d'examiner la portée limitée de l'actuelle Feuille de route et, après une consultation adéquate, de mettre en place des feuilles de route dans les autres domaines des moteurs mus à l'électricité.

Nous vivons à une époque extraordinaire, du point de vue des transports et de l'énergie, tout comme pour d'autres aspects. Notre époque est marquée par de nombreux défis, mais regorge aussi de possibilités inouïes.

Le message fondamental de la Feuille de route est le suivant : des mesures précoces, principalement de la part du gouvernement et de l'industrie, assureront non seulement une position solide pour le Canada en matière de transport électrique, mais permettront aussi de l'améliorer, ce qui sera à l'avantage de tous les Canadiens.

# 1. Introduction

---

## 1.1 Objectifs et organisation du présent document

Ce document présente la *Feuille de route du Canada sur la technologie des véhicules électriques*. La Feuille de route servira de point de départ à un nouveau mode de transport où les véhicules circulant sur les routes canadiennes utiliseront de plus en plus le moteur électrique. La Section 1.2 décrit le processus ayant mené à la Feuille de route.

Avant tout, la Feuille de route représente la vision de l'industrie de la mobilité électrique du Canada pour ce qui touche le transport d'ici 2018. Cette vision est énoncée dans la Section 2, accompagnée de suggestions quant à la façon de l'interpréter et de la mettre en application.

La Section 3 explique pourquoi on doit mettre l'accent sur la mobilité électrique, en énumérant ses nombreux avantages et ses principaux inconvénients. On souligne également dans cette section que le Canada est particulièrement en bonne position pour passer à la mobilité électrique, principalement en raison de son électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables et de toutes les possibilités qu'elles offrent.

La Section 4 soulève les difficiles questions liées à la pénétration du marché des véhicules électriques. Les changements continus et rapides enregistrés dans les marchés de l'automobile et dans les industries qui les desservent peuvent offrir de nouvelles possibilités à la mobilité électrique. Néanmoins, le fait d'avoir pu profiter pendant des décennies de véhicules mus par un moteur à combustion interne pourrait avoir un effet durable sur les attentes d'une industrie des véhicules électriques bourgeonnante.

Les Sections 5 à 8 forment l'essentiel du présent document. C'est dans ces sections que sont présentées et expliquées en détail les initiatives stratégiques de la Feuille de route, à savoir les questions nécessitant une action.

La Section 5 porte sur les parcours technologiques qui nous permettront de réaliser la vision proposée. Elle expose le contexte technologique, les possibilités et les défis associés à la concrétisation de cette vision.

La Section 6 présente les modèles commerciaux qui nous permettront de concrétiser la vision proposée. On y explique que les pratiques de commercialisation utilisées jusqu'ici pour les automobiles et leurs carburants pourraient bien ne pas fonctionner pour les véhicules électriques et leurs sources d'énergie, y compris les batteries et les stations de chargement. La Section 7 présente un aperçu des possibilités qui s'offrent à l'industrie des véhicules électriques au Canada.

La Section 8 porte sur les voies institutionnelles qu'il faudra emprunter pour concrétiser la vision proposée. Elle traite de facteurs non technologiques qui pourraient avoir une incidence sur les progrès de la mobilité électrique au Canada. Entre autres exemples, citons les politiques des gouvernements au Canada et à l'étranger, ainsi que les conditions propres à l'industrie de l'automobile au Canada et les trajectoires qu'elle emprunte.

La Section 9 présente les trois recommandations de la Feuille de route faites aux gouvernements, à l'industrie et aux autres parties intéressées. Cette section contient également des conseils à l'intention du Comité de mise en œuvre de la Feuille de route proposée dans une des recommandations. On y suggère une mission pour ce comité et deux tâches supplémentaires outre la coordination et la facilitation des initiatives stratégiques présentées dans les sections 5 à 8.



## 1.2 Le processus des feuilles de route

Une feuille de route technologique est un outil qui facilite le recensement des principales technologies dont une industrie, un secteur ou une entreprise a besoin pour réussir dans l'avenir et les projets ou les démarches nécessaires au développement et à la mise en œuvre de ces technologies. Les feuilles de route technologiques sont préparées par des collaborateurs qui connaissent bien une industrie ou un secteur et ses technologies pertinentes. Ces collaborateurs assument les tâches suivantes :

- déterminer les technologies clés de l'avenir;
- créer la feuille de route qui mènera à leur mise au point;
- mettre en œuvre les projets ou les démarches présentés dans la feuille de route.

Le processus ayant mené à la *Feuille de route du Canada sur la technologie des véhicules électriques* a été dirigé par Mobilité électrique Canada, une association industrielle d'organismes faisant la promotion des véhicules électriques, avec le soutien du gouvernement du Canada. Le processus comportait une série de quatre ateliers, au cours desquels les participants ont travaillé en séances plénières et en petits groupes concernés respectivement par l'un des quatre aspects de la mobilité électrique : a) l'interface avec le réseau électrique; b) les batteries et stockage d'énergie en général; c) les éléments liés à la propulsion électrique; et d) l'optimisation de l'efficacité et l'intégration des véhicules. Mobilité électrique Canada a collaboré au choix des membres du Comité directeur, à la coordination de certaines activités préparatoires aux ateliers, ainsi qu'à la rédaction du rapport final.

Le premier atelier, tenu à Ottawa en juin 2008, portait sur l'établissement d'une vision par rapport à ce que pourrait être la mobilité électrique au Canada en 2018. Cette vision s'est précisée à mesure que se poursuivait le processus d'élaboration de la Feuille de route. Elle est présentée à la Section 2.

Le second atelier, tenu à Montréal en septembre 2008, portait sur les besoins des utilisateurs de VE à des fins privées et commerciales. Le troisième atelier, organisé à Vancouver en novembre 2008, portait sur les solutions technologiques. Le quatrième atelier a eu lieu à Toronto en novembre 2008. Son principal objectif était de valider les conclusions des trois ateliers précédents.

La liste des participants aux ateliers est donnée à l'annexe C.

Le processus a été supervisé par le Comité directeur de l'industrie, dont la liste des membres figure à la page ii. Un secrétariat fédéral (annexe F) a soutenu les travaux du Comité directeur et fourni une orientation à ses délibérations.

Durant le processus d'élaboration de la Feuille de route, les participants ont procédé à une analyse des forces, des faiblesses, des possibilités et des menaces (FFPM) de l'industrie canadienne des VE. Cette analyse FFPM a facilité l'orientation des délibérations. Un sommaire de l'analyse est présenté à l'annexe D.

## 2. Vision de la mobilité électrique en 2018

*D'ici 2018, il y aura au moins 500 000 véhicules électriques aptes à circuler sur les routes canadiennes, ainsi que probablement un plus grand nombre de véhicules hybrides. Le contenu canadien de tous ces véhicules, en ce qui a trait aux pièces et à la fabrication, sera plus élevé que celui des véhicules en circulation sur les routes canadiennes en 2008.*

### 2.1 Véhicules couverts par cette vision

L'énoncé central de la vision est exposé ci-dessus, et présenté de nouveau avec la vision complète à la Section 2.2. La vision concerne les véhicules électriques aisément comparables aux véhicules circulant sur nos routes aujourd'hui, c'est-à-dire « aptes à circuler sur les routes ». Les véhicules à basse vitesse (VBV) – des véhicules à propulsion électrique conçus pour rouler à moins de 40 kilomètres à l'heure – sont exclus parce qu'ils ne sont pas entièrement aptes à circuler sur les routes. Les VBV ne sont pas assujettis à plusieurs des normes de sécurité auxquelles doivent répondre les véhicules aptes à circuler sur les routes.

Sont également exclus les véhicules alimentés en électricité par des piles à hydrogène plutôt que par une génératrice alimentée par un moteur à combustion interne, principalement parce que les travaux relatifs à ces technologies ont été couverts dans la *Feuille de route du Canada sur la commercialisation des piles à combustible*. Les autres exclusions sont présentées à la Section 2.3.

La présente Feuille de route met l'accent sur les trois types de véhicules aptes à circuler sur les routes suivants :

- Les véhicules à propulsion électrique qui ne sont pas munis d'un moteur à combustion interne assurant la traction du véhicule ou produisant une énergie électrique, ou les deux. Nous leur donnons le nom de véhicules électriques à batterie (VEB), tout en reconnaissant qu'un dispositif autre qu'une batterie peut être utilisé pour stocker l'énergie à bord.
- Les véhicules à propulsion électrique dont la seule source d'énergie électrique est un moteur à combustion interne (MCI). Nous les appelons véhicules électriques hybrides. C'est le véhicule hybride de plus en plus familier maintenant produit par la plupart des grands fabricants automobiles.
- Les véhicules à propulsion électrique muni d'un moteur à combustion interne pour leur traction ou la production d'électricité et qui, lorsque stationnaires, peuvent être raccordés au réseau électrique. Ces véhicules sont classés comme des véhicules électriques hybrides rechargeables (VEHR). Ce type de véhicule a une plus grande capacité de stockage d'énergie que les véhicules électriques hybrides et la plupart des déplacements en milieu urbain de ce type de véhicule pourraient se faire sans avoir recours au moteur à combustion interne.

Les deux premiers types de véhicules à propulsion électrique existent depuis plus de 100 ans, même si seuls les véhicules électriques hybrides sont actuellement produits en série. On parle des VEHR depuis presque aussi longtemps, et on en a produit à l'occasion, même si la production en série de ces véhicules est un concept relativement récent. Deux types de VEHR sont proposés. L'un d'eux fonctionne comme un véhicule électrique hybride avec une plus grosse batterie : sa traction est assurée par le moteur électrique ou le moteur à combustion interne selon les circonstances, mais il fait davantage usage du moteur électrique qu'un véhicule électrique hybride. Le second type de VEHR est seulement propulsé à l'électricité, et est connu sous le nom de véhicule électrique à autonomie étendue (EREV). Dans un EREV, le moteur à combustion interne n'entre en fonction que lorsque la batterie est presque épuisée, il alimente la génératrice afin de maintenir la batterie suffisamment chargée pour assurer la traction du véhicule, prolongeant par le fait même son autonomie.

Un autre terme en usage, le véhicule électrique rechargeable, couvre le premier et le troisième type de véhicules proposés ci-dessus, soulignant les caractéristiques communes de ces deux types de véhicules qui tirent leur électricité du réseau. Ce concept combiné est présenté dans la vision exposée ci-dessous.

## 2.2 La vision

La vision de l'industrie quant à la mobilité électrique en 2018 a été établie par les participants à l'atelier de juin 2008 et, par la suite, affinée par le Comité directeur de l'industrie. L'énoncé central de la vision se lit comme suit :

*D'ici 2018, il y aura au moins 500 000 véhicules électriques aptes à circuler sur les routes canadiennes, ainsi que probablement un plus grand nombre de véhicules hybrides. Le contenu canadien de tous ces véhicules, en ce qui a trait aux pièces et à la fabrication, sera plus élevé que celui des véhicules en circulation sur les routes canadiennes en 2008.*

L'objectif d'au moins 500 000 véhicules électriques signifie en pratique qu'environ 15 p. 100 des véhicules produits en 2018 seront des véhicules électriques. Il faut souligner que cet objectif ne fait pas de distinction entre les VEB et les VEHR. Selon les participants aux ateliers, il aurait été prématuré de déterminer lequel de ces deux types de véhicules dominera. Pour l'instant, la mise au point et la commercialisation de ces deux véhicules sont considérés comme des éléments nécessaires à l'évolution de la mobilité électrique au Canada.

En 2008, il n'y avait pratiquement aucun VEB ou VEHR sur les routes canadiennes. Il y avait toutefois de 50 000 à 100 000 véhicules électriques hybrides sur les routes, représentant jusqu'à 0,5 p. 100 de tous les véhicules sur les routes canadiennes.

Durant le processus d'élaboration de la Feuille de route, l'accent a été mis sur les automobiles personnelles et les camions légers munis seulement d'un moteur à combustion interne. Cependant, cette vision a pour but d'englober les véhicules commerciaux à propulsion électrique, principalement les véhicules de tourisme de grande taille et les véhicules de livraison de petite et de moyenne taille, dont la plupart sont réservés à un usage urbain. Ces véhicules commerciaux peuvent être classés dans les catégories susmentionnées, soit les VEB, les véhicules électriques hybrides et les VEHR, le premier véhicule et le troisième entrant dans la catégorie des véhicules électriques rechargeables.

La vision inclut d'autres énoncés, explicites pour la plupart :

*« Aptes à circuler sur les routes canadiennes » est une expression qui signifie que les véhicules électriques rechargeables vont rouler sur les infrastructures du réseau routier actuel, en plus d'être conformes aux Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada.*

*Le rendement global des véhicules électriques rechargeables, y compris le confort et l'utilité, sera conforme ou supérieur à celui des véhicules actuels. Les paramètres clés du rendement seront la consommation d'énergie et les répercussions environnementales pendant la durée de vie des véhicules. Les émissions atmosphériques produites par les substances agissant à l'échelle mondiale et locale par kilomètre constitueront les principaux indicateurs des répercussions environnementales.*

*On accordera la préférence aux techniques qui favoriseront le plus possible le recours à des énergies renouvelables.*

*Les coûts d'acquisition de véhicules électriques rechargeables ne seront pas plus élevés que ceux de véhicules comparables actionnés par des moteurs à combustion interne.*

*Les exploitants de parcs automobiles seront ciblés en tant qu'acheteurs précoces de véhicules électriques rechargeables.*

*La mise au point et la production d'éléments électriques et de dispositifs de stockage de l'énergie au Canada, ainsi que l'assemblage de nouveaux véhicules électriques rechargeables, seront appuyés par tous les mécanismes politiques pertinents.*

*En bout de ligne, tous les nouveaux véhicules routiers vendus au Canada seront dotés de systèmes à entraînement électrique afin de répondre aux exigences environnementales, économiques, sociales et stratégiques permettant de délaissier le recours aux combustibles fossiles.*

## 2.3 Futures feuilles de route sur les véhicules électriques

On a souligné dans la Section 2.1 que les véhicules à basse vitesse et les véhicules à pile à combustible n'étaient pas inclus dans le présent exercice. Les autres types de véhicules qui ne sont pas couverts sont les véhicules routiers à deux ou à trois roues, y compris les bicyclettes, les scooters et les motocyclettes, ainsi que divers dispositifs à propulsion électrique comme les planches à roulettes, les véhicules hors route et les véhicules militaires. Ces types de véhicules pourraient bien faire l'objet de futures feuilles de route.

Un autre type de véhicule à propulsion électrique n'est pas couvert par la présente Feuille de route. Il s'agit des véhicules qui sont alimentés en électricité, par un rail ou un fil aérien, pendant qu'ils se déplacent, aussi connus sous le nom de véhicules raccordés au réseau électrique. La plupart des déplacements en transport en commun des trois plus grandes régions urbaines du Canada s'effectuent à l'aide de ce type de véhicules. En terme d'énergie, le raccordement au réseau électrique est habituellement la forme de mobilité électrique la plus efficace, mais cette efficacité est obtenue au détriment d'une souplesse opérationnelle. Différents systèmes de véhicules personnels et autres raccordés au réseau pourraient être offerts commercialement d'ici 2018, concurrençant les autres types de véhicules faisant l'objet du présent rapport. Ils pourraient inclure des véhicules raccordés au réseau électrique pour une partie de leurs déplacements. Les véhicules raccordés au réseau électrique en général – y compris les trains interurbains, les tramways et les trolleybus, parmi d'autres – pourraient également faire l'objet d'une autre feuille de route.

## 3. Pourquoi les véhicules électriques ?

Les produits pétroliers sont actuellement utilisés pour alimenter les moteurs à combustion interne et pour assurer 95 p. 100 des déplacements motorisés de personnes et de marchandises dans le monde. On suggère dans la présente section que les produits pétroliers utilisés pour alimenter les moteurs à combustion interne assurant le transport terrestre vont connaître un déclin au cours des prochaines décennies et être remplacés principalement par la traction électrique. Ce qui est moins certain, ce sont la facilité et la rapidité de cette transformation. On avance, comme principes de base de la présente Feuille de route, que cette transformation est souhaitable et doit être accélérée en améliorant la technologie de la traction électrique et en favorisant son acceptation

### 3.1 Nécessité d'un changement

Le Comité directeur a conclu qu'il existe deux bonnes raisons pour abandonner les produits pétroliers comme principaux carburants : la disponibilité réduite du pétrole et la lutte contre les changements climatiques.

On pourrait avancer que la production mondiale de pétrole brut a déjà atteint son sommet, et certains avanceront que ce sommet ne sera pas dépassé au cours des prochaines décennies. Pourtant, l'industrie pétrolière continue de faire d'énormes investissements<sup>1</sup>. La réduction de l'approvisionnement pétrolier, l'augmentation de la demande – principalement dans les pays en développement – et les prix élevés qui en résultent, pourraient être le signe précurseur d'une catastrophe. La plupart des sociétés humaines ont évolué et sont devenues presque entièrement dépendantes du transport motorisé, qui à son tour dépend pratiquement entièrement des combustibles fossiles. La perspective de contraintes énergétiques oblige un changement afin d'améliorer la résilience sociétale en réduisant au moins une de ces deux dépendances.

La Feuille de route s'attaque à cette seconde dépendance en réduisant la quantité de pétrole utilisé pour le transport, en particulier en remplaçant la traction assurée par un moteur à combustion interne par une traction électrique.

La combustion de produits pétroliers dans les moteurs à combustion interne utilisés pour le transport terrestre contribue considérablement à l'augmentation continue des concentrations atmosphériques de substances à effet de serre, notamment le dioxyde de carbone, aussi appelées les gaz à effet de serre (GES). On pense que cette augmentation constitue un facteur important dans le changement du climat planétaire, qui pourrait mettre en péril la vie telle que nous la connaissons. Réduire les effets potentiels des changements climatiques est actuellement la principale préoccupation des sociétés.

D'autres raisons ont été avancées pour justifier la réduction de la dépendance aux produits pétroliers. Elles incluent l'élimination d'autres conséquences ressenties à l'échelle planétaire, comme l'acidification des océans et l'amélioration de la qualité de l'air dans les régions urbaines.

---

<sup>1</sup> Par exemple, Fatih Birol, économiste en chef pour l'Agence internationale de l'énergie, prévoit une réduction de l'approvisionnement pétrolier en 2011 si la demande augmente. Voir <http://www.independent.co.uk/news/science/warning-oil-supplies-are-running-out-fast-1766585.html> (3 août 2009).

## 3.2 L'électricité comme carburant de remplacement pour le transport terrestre

Parmi les solutions de remplacement au pétrole et aux moteurs à combustion interne, l'électricité et les moteurs électriques figurent en bonne position. Les véhicules à traction électrique existent depuis au moins aussi longtemps que les véhicules à moteur à combustion interne. La traction électrique présente de nombreux avantages en plus d'être une moins grande source de pollution à l'échelle locale et mondiale et de réduire la dépendance au pétrole. Voici quelques-uns de ces avantages :

**Efficienc**e : Les moteurs électriques transforment jusqu'à 90 p.100 de l'énergie appliquée en énergie de traction. Les moteurs à essence ne transforment en général pas plus de 30 p. 100 de l'énergie appliquée, alors que les moteurs diesels transforment quant à eux jusqu'à 40 p. 100 de l'énergie appliquée<sup>2</sup>. Dans le cas de l'électricité, même si le coût de l'énergie livrée par unité peut être supérieur à celui des carburants liquides, le coût de l'énergie de traction par unité est habituellement inférieur.

**Couple** : Les moteurs électriques fournissent une puissance de sortie (couple) maximale lorsque la vitesse de rotation est nulle ou quasi nulle, c'est-à-dire au moment où on en a le plus besoin. Le couple maximal d'un moteur à combustion interne est en général disponible à plusieurs centaines ou à des milliers de tours-minute, et il faut un système d'embrayage pour faire avancer un véhicule stationnaire. Le couple élevé des moteurs électriques à bas régime contribue à leur rendement supérieur en conditions arrêt-départ et durant l'accélération à partir de vitesses faibles (les systèmes à propulsion électrique peuvent nécessiter un simple embrayage pour fournir des vitesses élevées).

**Freinage par récupération** : Les moteurs électriques peuvent capturer l'énergie cinétique durant la décélération, l'emmagasiner sous forme d'énergie électrique, réduisant par le fait même la consommation d'énergie et l'usure des freins mécaniques.

**Puissance par unité de poids ou unité de volume** : Pour une puissance de sortie donnée, les moteurs électriques sont beaucoup plus petits que les moteurs à combustion interne, même lorsque l'on ne tient pas compte des dispositifs antipollution requis pour les moteurs à combustion interne. Nonobstant la question du stockage d'énergie – dont on traitera ci-dessous – les rapports puissance/poids plus élevés des moteurs électriques signifient que la demande d'énergie pour faire fonctionner les systèmes de traction est moindre, ce qui permet de prévoir plus d'espace à l'intérieur des habitacles des véhicules.

**Simplicité** : Les moteurs électriques ont en général très peu de pièces mobiles. Les moteurs à combustion interne comptent habituellement des centaines de pièces mobiles. En principe, les véhicules électriques sont par conséquent plus fiables et leur entretien coûte moins cher.

**Silence** : Les moteurs électriques sont pratiquement silencieux quand ils sont en marche. Les moteurs à combustion interne exploitent des explosions contrôlées de mélanges de carburant et d'air. Ils sont intrinsèquement bruyants, ce qui ajoute au stress urbain. Leur bruit peut être considérablement atténué, mais au prix d'une efficacité énergétique réduite.

**Stockage de l'électricité dans les véhicules (du véhicule au réseau ou V2G)** : Les dispositifs de stockage des véhicules électriques peuvent, en principe, être utilisés pour stocker l'énergie électrique du réseau, réduisant potentiellement les besoins de production en période de pointe.

**Polyvalence quant à la source d'énergie utilisée** : La manière dont est produite l'électricité utilisée par les véhicules électriques alimentés par une source externe (p. ex., les VEB et les VEHR) importe peu. Aucune modification au véhicule n'est nécessaire si le mode de production de l'électricité change. Ces véhicules électriques peuvent ainsi accepter facilement une transition à une source de production renouvelable. Par contre, les moteurs à combustion interne ont habituellement besoin d'une transformation considérable pour accepter tout changement à la source d'énergie pour laquelle ils ont été conçus.

2 Il s'agit là de valeurs maximales d'après un rapport de la California Energy Commission (voir <http://www.energy.ca.gov/2007publications/CEC-600-2007-003/CEC-600-2007-003-D.PDF>) et Åhman, M. *Energy*, n° 26, p. 973-989, 2001. Les valeurs en fonctionnement peuvent être passablement moindres.



**Le seul inconvénient de la traction électrique – qui a permis jusqu’ici aux véhicules à moteur à combustion interne de dominer – est la densité énergétique du carburant stocké à bord des véhicules.** Les carburants liquides utilisés pour alimenter les moteurs à combustion interne ont un contenu énergétique utilisable élevé par unité de poids ou de volume. La densité énergétique disponible de l’essence et du carburant diesel atteint presque 45 mégajoules par kilogramme (MJ/kg)<sup>3</sup>. Celle de la batterie à hydrure métallique de nickel (NiMh) – le type de batterie le plus souvent utilisé dans les véhicules électriques hybrides – est d’environ 0,25 MJ/kg ( $\approx$  70 wattheures/kg)<sup>4</sup>. Ainsi, une batterie NiMh devrait peser environ 180 fois plus qu’un réservoir d’essence plein pour fournir la même quantité d’énergie utilisable (et occuper environ 100 fois plus d’espace). En utilisant différents rendements de conversion (notamment ceux mentionnés ci-dessus), la densité énergétique efficace de l’essence est d’environ 45 fois celle d’une batterie NiMh; celle du diesel est d’environ 55 fois celle d’une batterie NiMh. Les batteries au lithium-ion ont maintenant une densité énergétique environ deux fois supérieure à celle des batteries NiMh, densité qui devrait bientôt être trois fois supérieure à celle des batteries NiMh, réduisant ainsi l’avantage de l’essence d’un facteur d’environ 15<sup>5</sup>.

Une faible densité énergétique se traduit par l’une ou l’autre des conséquences suivantes : faible autonomie, coût élevé des batteries, et poids et volume élevés des batteries. L’inconvénient de cette faible densité énergétique annule les nombreux avantages du moteur électrique. C’est principalement sur cette question que se penche la recherche axée sur la mobilité électrique, comme on le verra à la Section 4.5. Nonobstant cet inconvénient, l’électricité demeure le meilleur carburant de remplacement pour le transport terrestre. Aucun autre carburant de remplacement aux produits pétroliers axé sur la traction n’est actuellement disponible. L’électricité peut être produite partout où le soleil brille, et partout où il y a du vent, des cours d’eau, une chaleur géothermique et une source non fossile de chaleur, comme la biomasse excédentaire et l’énergie nucléaire. L’électricité peut également être produite à partir de combustibles fossiles, comme c’est actuellement généralement le cas dans le monde, mais ce mode de production va à l’encontre des impératifs nous dictant de nous éloigner de ces combustibles.

Comparativement à d’autres carburants, l’électricité peut être facilement distribuée à l’intérieur des continents, bien que son transport puisse parfois être aussi difficile que sa production. Par exemple, toute l’électricité maintenant utilisée en Amérique du Nord, en plus de l’électricité qui serait nécessaire si le transport terrestre sur le continent était électrifié, pourrait être produite à partir d’un réseau de centrales solaires à concentration couvrant une zone du désert de Californie-Nevada d’environ 250 kilomètres de diamètre. La principale difficulté liée à l’exploitation d’un tel réseau tient à la nécessité de reconfigurer le réseau électrique nord-américain pour pouvoir utiliser l’électricité ainsi produite.

3 La densité énergétique de l’essence est de 48 MJ/kg, et celle du carburant diesel est de 43 MJ/kg; voir [http://bioenergy.ornl.gov/papers/misc/energy\\_conv.html](http://bioenergy.ornl.gov/papers/misc/energy_conv.html).

4 Voir les spécifications pour les électrodes normales à hydrogène (ENH) à <http://www.saftbatteries.com>, ainsi que la première source de la note 5.

5 Pour la densité énergétique des batteries au lithium-ion (environ 50 MJ/kg), voir [http://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevreview/zev\\_panel\\_report.pdf](http://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevreview/zev_panel_report.pdf). Pour connaître la densité énergétique attendue, voir également, par exemple, Kojima et al., *J. Power Sources*, vol. 189, n° 1, p. 859-863, 2009.

### 3.3 Améliorations possibles grâce à l'électrification

La réduction des émissions de GES obtenue grâce à l'électrification du transport terrestre dépend de la source de l'électricité utilisée. Là où l'électricité est produite à partir d'une source renouvelable, comme c'est le cas en Colombie-Britannique, au Manitoba, à Terre-Neuve-et-Labrador et au Québec, la réduction pourrait approcher les 100 p. 100. Là où l'électricité est produite presque entièrement à partir de combustibles fossiles, comme en Alberta, en Nouvelle-Écosse et en Saskatchewan, la réduction serait de beaucoup inférieure, quoique importante. Ces différences sont illustrées à la figure 1.

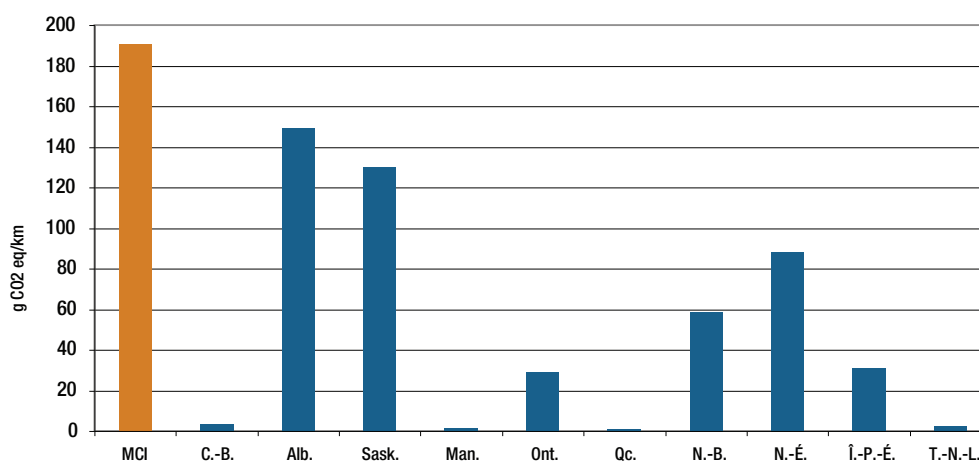


Figure 1. Émissions unitaires de gaz à effet de serre estimées pour une voiture compacte 2006 à moteur à combustion interne (moyenne canadienne) et à traction électrique (moyennes provinciales pour 2006)<sup>6</sup>

La figure 1 montre les émissions de GES types par kilomètre au Canada en 2006 pour une voiture compacte ordinaire (bâtonnet de gauche) et pour un VEB comparable dans chacune des dix provinces. Il faut souligner que dans tous les cas les émissions sont plus faibles pour le VEB. Les réductions dépassent 97 p. 100 dans les quatre provinces où pratiquement toute l'électricité est produite par des centrales hydroélectriques. Il faut également souligner, par exemple, qu'en Ontario, qui s'est fixé pour objectif de réduire ses émissions de 80 p. 100 d'ici 2050, cet objectif pourrait être atteint, en ce qui a trait aux automobiles, par la conversion à la traction électrique, ce qui permettrait de réduire les émissions globales de 85 p. 100.

6 La figure 1 a été gracieusement fournie par Roger Martin d'Unicell Ltd. Les émissions pour le véhicule à moteur à combustion interne sont basées sur les données de Ressources naturelles Canada, accessibles au <http://oee.rncan.gc.ca/transports/outils/cotescarburant/cotes-recherche.cfm?attr=8>. Elles supposent une consommation de carburant de 8 L/100 km et 2,4 kg d'eq CO<sub>2</sub> par litre d'essence. La consommation d'électricité par kilomètre pour les VEB est présumée être de 160 wattheures, d'après les données accessibles à <http://www.spectrum.ieee.org/print/7928>. Les émissions par kilomètre des VEB pour chaque province sont basées sur les émissions unitaires provenant de la production d'électricité, publiées par Environnement Canada à [http://www.ec.gc.ca/pdb/GHG/inventory\\_report/2006\\_report/a9\\_fra.cfm](http://www.ec.gc.ca/pdb/GHG/inventory_report/2006_report/a9_fra.cfm).

### 3.4 L'électricité, la solution la plus disponible et renouvelable pour le Canada

Le Canada produit déjà la majeure partie de son électricité à partir de sources renouvelables. Dans quatre provinces, à savoir la Colombie-Britannique, le Manitoba, Terre-Neuve-et-Labrador et le Québec, l'hydroélectricité assure près de la totalité de la production d'électricité. Les autres provinces, notamment l'Ontario, produisent une grande partie de leur électricité à l'aide de sources renouvelables.

En fait, toutes les provinces pourraient facilement s'en remettre entièrement à des sources renouvelables. C'est en Saskatchewan et en Ontario que les défis sont les plus grands. L'Alberta (on pense souvent que c'est la province la plus problématique à cet égard) dispose de ressources géothermiques à température élevée abondantes, et présente un bon potentiel de production d'électricité à partir du soleil, du vent et des cours d'eau.

Toutes les provinces pourraient produire de l'électricité à partir du soleil et du vent, et certaines à partir de cours d'eau. Plusieurs provinces pourraient tirer profit d'une production d'électricité à partir de l'énergie de la mer, soit à partir des vagues, des courants, des marées et des écarts de température. Le Canada possède la ligne de côte la plus longue au monde et, à certains endroits, les marées les plus hautes. Si l'énergie nucléaire est considérée comme une alternative acceptable aux combustibles fossiles, comme le pensent de nombreux environnementalistes, les provinces de la Saskatchewan et de l'Ontario sont particulièrement en bonne position. La Saskatchewan est le principal producteur d'uranium au monde; on trouve dans cette province environ 70 p. 100 des mines d'uranium de première qualité de la planète. L'Ontario possède quelques-unes des plus grandes centrales nucléaires au monde.

**Le Canada est déjà un géant de l'électricité, et un géant de la production pétrolière et gazifière.** L'énorme potentiel du Canada en ce qui a trait à l'expansion de son énergie renouvelable – ainsi qu'au chapitre des ressources existantes en matière de production automobile traité à la Section 7.1 ci-dessous – permet au Canada de se qualifier en tant que chef de file mondial de la conversion à la traction électrique.

## 4. Points à considérer dans la mise en marché des VE

Les trois prochaines sous-sections portent sur trois récents sondages menés pour connaître les perceptions des gens concernant les véhicules électriques; deux ont été effectués au Canada et un aux États-Unis. La sous-section suivante passe en revue certaines prévisions de marché pour les véhicules électriques, en tenant compte du ralentissement économique de la deuxième moitié de 2008. La dernière sous-section va au-delà de ces sondages et prévisions. On cherche à comprendre de quelle manière l'attrait des véhicules électriques pourrait changer avec les circonstances.

### 4.1 Sondage effectué par Pollution Probe et Environics à propos des perceptions des Canadiens concernant les véhicules électriques

En janvier 2009, Pollution Probe et Environics ont effectué un sondage en ligne auprès de 2 001 Canadiens. Des groupes de discussion liés à ce sondage ont ensuite été organisés à Montréal, à Toronto et à Vancouver en février 2009. Voici quelques-unes des principales constatations tirées du processus.

- Les Canadiens ont une impression à la fois positive et négative des véhicules électriques. Les avantages environnementaux (du côté positif) et les problèmes d'autonomie et de batterie/chargement (du côté négatif) émergent comme principales perceptions.
- Six Canadiens sur dix sont au moins quelque peu intéressés à acheter un véhicule électrique hybride rechargeable (VEHR), une fois que ces véhicules seront offerts sur le marché. L'intérêt est plus prononcé dans les régions urbaines et augmente avec le niveau de scolarité et de familiarité avec les véhicules hybrides actuels et avec la technologie des véhicules électriques en général.
- La fiabilité des véhicules et les coûts d'entretien et de fonctionnement sont perçus comme les principaux obstacles à l'achat d'un VEHR, plus de six Canadiens sur dix considérant qu'il s'agit là de raisons importantes pour ne pas acheter un VEHR. Le prix d'achat et l'accès limité aux stations de chargement constituent également d'importantes préoccupations.
- La perception la plus généralisée concernant le VEB est qu'il s'agit d'un petit véhicule ayant moins de puissance et une autonomie plus limitée que les véhicules traditionnels ou les hybrides actuels. Alors que la plupart présumait que les coûts d'exploitation des VEB seront moins élevés, on comprend peu quelles seront les réelles économies éventuelles, surtout si l'on tient compte du prix d'achat initial et du coût de remplacement de la batterie.
- À l'instar des avantages perçus des véhicules fonctionnant à l'électricité, plus de neuf Canadiens sur dix classent la réduction des effets environnementaux, de la dépendance à l'essence et des coûts de fonctionnement comme des raisons importantes pour envisager l'achat d'un VEHR.

L'annexe A de la présente Feuille de route contient une compilation des principales constatations des sondages effectués par Pollution Probe et Environics.

### 4.2 Sondage effectué par Mobilité électrique Canada auprès de propriétaires de parcs de véhicules et de particuliers

Mobilité électrique Canada (MEC) a recruté les répondants au sondage en lançant une invitation générale auprès de ses contacts, et en demandant à ces derniers de transmettre l'invitation à leurs collègues, en vue de participer à un sondage en ligne au cours du mois d'août 2008. Étaient au nombre des répondants 28 exploitants de parcs de véhicules et 213 particuliers.

Parmi les exploitants de parcs de véhicules, on comptait des exploitants de parcs de véhicules municipaux et provinciaux/territoriaux. Près de la moitié (49 p. 100) des véhicules des parcs étaient des autobus; les autres étaient des fourgonnettes (39 p. 100) et des voitures (12 p. 100). Les parcs avaient les tailles suivantes : moins de 100 véhicules, 41 p. 100; entre 100 et 1 000 véhicules, 41 p. 100; plus de 1000 véhicules, 18 p. 100. La plupart des véhicules parcouraient environ 100 kilomètres par jour. Plusieurs véhicules avaient parcouru des distances beaucoup plus grandes.

La plupart des parcs (59 p. 100) comportaient un certain type de véhicules électriques hybrides; 30 p. 100 incluaient un VEB ou plus; 15 p. 100 incluaient un VEHR, habituellement un véhicule électrique hybride converti.

Un tiers des exploitants s'attendent à ce qu'une partie ou la totalité de leur parc soit à traction électrique dans l'avenir. La plupart des exploitants préféreraient acheter les batteries plutôt que les louer. On souhaiterait qu'il y ait davantage de modèles de camions et de fourgonnettes électriques.

Voici quelques-uns des avantages des véhicules électriques, selon les exploitants de parcs de véhicules :

- Excellent outil de relations publiques qui donne une « image publique positive »
- Infrastructure électrique existante
- Bruit faible
- Coûts d'entretien réduits sur le cycle de vie des véhicules et coûts d'exploitation moins élevés
- Plus de « surprises budgétaires » causées par la fluctuation des prix du carburant
- Avantages environnementaux généraux, y compris une dépendance moindre aux combustibles fossiles
- Souhait de satisfaire aux objectifs des règlements provinciaux et territoriaux

Voici quelques-unes des préoccupations exprimées par les exploitants de parcs de véhicules concernant les véhicules électriques :

- Préoccupations économiques : coût initial, période de récupération, prix des pièces et du service
- Santé et sécurité au travail
- Fiabilité
- Temps de chargement de la batterie
- Recyclage et élimination
- Poids et efficacité
- Coût des réparations et disponibilité de techniciens sur place pour les réparations

Parmi les 213 particuliers ayant répondu au sondage, moins d'un sixième possédaient un véhicule à traction électrique. La plupart habitaient une maison ou une habitation en rangée dans une région urbaine ou suburbaine, et avaient accès à un véhicule personnel ou plus. Seulement 27 p. 100 des répondants ont dit être en mesure de charger un véhicule électrique au travail. La plupart des répondants étaient prêts à payer 20 p. 100 de plus pour un véhicule électrique.

Une des conclusions tirées du sondage est qu'il sera plus facile d'accroître le nombre de VE dans les parcs de véhicules commerciaux que dans le parc de véhicules personnels. Les exploitants de parcs de véhicules ont une approche beaucoup plus pragmatique. Les particuliers voient le fait de posséder une automobile comme une expression de leur personnalité. Par conséquent, il faudrait que l'achat d'un véhicule électrique devienne socialement, technologiquement et financièrement acceptable.

### 4.3 Sondage effectué par Synovate auprès de consommateurs américains

Ce sondage mené en 2008 auprès de 4 084 propriétaires américains et acheteurs éventuels de véhicules personnels faisait partie d'une enquête de suivi annuelle sur les attitudes des consommateurs à l'égard des technologies de propulsion évoluées et des carburants de remplacement. Même si le sondage a été mené à une période durant laquelle les prix de l'essence augmentaient, l'économie de carburant ne faisait pas partie des dix principales raisons pour acheter un nouveau véhicule en particulier. Les problèmes de batterie ont été la principale raison avancée pour ne pas envisager l'achat d'un VEB ou d'un VEHR, bien que ce problème ne semble pas aussi préoccupant avec les véhicules électriques hybrides.

Quoi qu'il en soit, près des trois quarts des répondants ont dit qu'ils seraient disposés à payer 1 500 \$ de plus pour un véhicule consommant 30 p. 100 moins de carburant qu'un modèle comparable, et 2 000 \$ de plus pour un véhicule « qui est considérablement plus respectueux pour l'environnement ».

Les répondants au sondage ont eu la possibilité d'avoir après coup de l'information sur les coûts et les avantages de chacune de ces technologies et de répondre à nouveau aux questions du sondage. Leurs réponses ont changé, et les répondants étaient particulièrement en faveur des VEHR, en rejetant les véhicules à moteur à combustion interne, comme le montre la figure 2<sup>7</sup>.

Synovate a conclu que les fabricants avaient encore du travail à faire pour convaincre les acheteurs éventuels des avantages qu'offrent les véhicules électriques. Par exemple, notre sondage montre que le nombre de répondants songeant à acheter un véhicule hybride rechargeable double presque lorsque ces derniers apprennent ce qui en est réellement, alors que le nombre de répondants souhaitant acheter un véhicule polycarburant chute de façon marquée une fois que les répondants prennent connaissance des avantages et des inconvénients.

### Quel type de véhicule aimeriez-vous mieux acheter ?

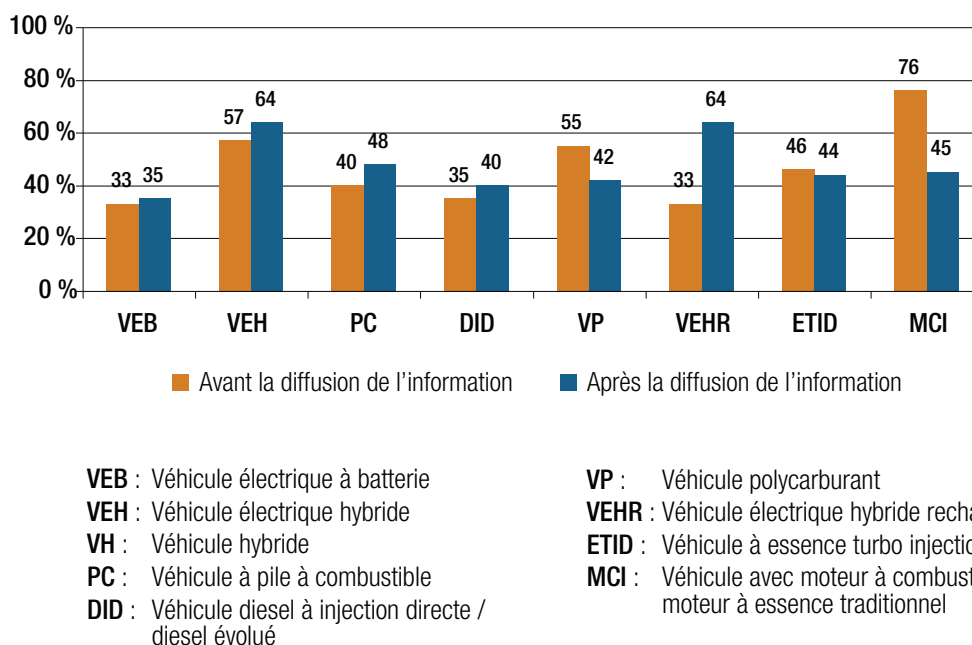


Figure 2. Réponses au sondage de Synovate

## 4.4 Prévisions de marché pour les véhicules électriques

De nombreuses prévisions de marché sont disponibles, habituellement à fort prix. Certaines de ces prévisions ont été présentées dans le document de base préparé en vue de l'élaboration de la présente Feuille de route. La section pertinente de ce document sur les prévisions est reproduite à l'annexe B.

Les données compilées à l'annexe B n'incluent pas les données d'une analyse de marché réalisée en mars 2008 par la division de Tokyo de Morgan Stanley, laquelle a conclu ce qui suit : « Selon notre modèle exclusif de la demande pour

7 On peut obtenir un sommaire du rapport d'enquête de Synovate, y compris le tableau reproduit dans le présent document à la figure 2, à l'adresse <http://www.synovate.com/news/article/2008/06/new-survey-shows-concern-over-fuel-prices-and-environment-drive-consideration-of-hybrid-electric-vehicles-to-highest-level-ever.html#>.



les véhicules hybrides, la demande pour des véhicules hybrides aux États-Unis connaîtra une croissance, passant d'environ 355 000 véhicules en 2007 à environ 1,2 million de véhicules d'ici 2015. Nous pensons que les VEHR seront introduits graduellement sur le marché en 2010-2011 et passeront éventuellement à 250 000 véhicules aux États-Unis et à 325 000 véhicules dans le monde d'ici 2015.»

Au début de 2008, la croissance continue des ventes de véhicules hybrides semblait plausible. Toutefois, les ventes de véhicules hybrides aux États-Unis ont diminué de plus de 10 p. 100 durant l'année 2008 pour atteindre 317 000 véhicules. Les ventes de véhicules hybrides ont augmenté beaucoup plus rapidement que celles des véhicules à moteur à combustion interne au cours du premier trimestre de l'année, mais ont diminué plus rapidement vers la fin de l'année. Cette constatation laisse croire que les véhicules hybrides ont connu de bonnes ventes quand le prix de l'essence était en hausse, mais que les ventes ont diminué quand le prix de l'essence a commencé à diminuer et que l'économie a ralenti. Cela laisse aussi penser que si le prix de l'essence augmente à nouveau, ou que l'économie prend du mieux, les ventes d'hybrides vont également augmenter, tout comme peut-être celles des autres véhicules électriques.

## 4.5 Les considérations susmentionnées pourraient changer selon les circonstances

Les événements récents – y compris une chute de 22 p. 100 des ventes de véhicules légers au Canada et une réduction de 49 p. 100 de la production canadienne de véhicules légers (pour le premier trimestre de 2009 par rapport au premier trimestre de 2008 dans les deux cas)<sup>8</sup> laissent croire que des changements peuvent survenir rapidement, que ce soit dans les comportements des consommateurs en général ou dans les pratiques de transport en particulier. En ce qui concerne les comportements des consommateurs, des études récentes menées à la Wharton School of Business ont permis de déterminer les 20 facteurs de changement les plus importants durant les trois dernières décennies, y compris l'Internet sur large bande, les ordinateurs personnels, les téléphones mobiles, le courrier électronique et les logiciels de bureautique. Dans la plupart des cas, les innovations ont eu un effet de transformation après quelques années, même si la technologie était née de nombreuses années auparavant.

Des transformations peuvent survenir rapidement dans les transports. Le livre *Transport Revolutions* porte sur cinq transformations. Une transformation présente un intérêt particulier : on l'a appelée « la grande pause dans la motorisation » et elle a pris place aux États-Unis au début des années 1940. En 1941, on a fabriqué aux États-Unis 3,8 millions d'automobiles. En 1943, la production a été inférieure à 150 automobiles. À peu près toutes les usines d'assemblage d'automobiles ont été réservées à la production militaire. Entre-temps, par suite du rationnement en essence et en pneus, les déplacements interurbains en automobile ont chuté de plus de 50 p. 100; les déplacements interurbains en train et en autobus ont triplé.

Les révolutions dans les transports n'ont pas toujours besoin de guerres ou même de grandes innovations technologiques. La révolution dans le transport de marchandises provoquée par FedEx dans les années 1980 est née de modifications logistiques apportées pour répondre à un besoin à peine reconnu de livraison de petits colis le jour suivant.

Les leçons de l'histoire nous enseignent que si les circonstances sont bonnes, une grande conversion à la traction électrique pourrait survenir rapidement. Nous pourrions déjà être dans une ère de changement. Qui aurait prévu au milieu de 2008 qu'un an plus tard le plus important constructeur automobile en Amérique du Nord serait pratiquement entièrement sous tutelle gouvernementale, et que le troisième plus important constructeur deviendrait la propriété de son syndicat?

Des indices pourraient nous laisser croire que la production mondiale de pétrole est sur le point de diminuer, ou que le gouvernement américain va adopter de nouvelles politiques concernant les changements climatiques, ou encore que des percées dans la technologie du stockage pourraient être annoncées, ou pourraient aussi avoir leur importance et mener à un changement radical.

Une révolution dans les transports comportant l'électrification de la traction des véhicules pourrait être imminente, et il serait prudent que les entreprises canadiennes se préparent à ce changement. Le reste du présent document explique comment on pourrait s'y préparer.

8 Les données sur les ventes et la production ont été obtenues à l'adresse [http://www.ic.gc.ca/eic/site/auto-auto.nsf/fra/h\\_am01302.html](http://www.ic.gc.ca/eic/site/auto-auto.nsf/fra/h_am01302.html).

## 5. Les parcours technologiques

La présente section traite des principaux thèmes technologiques de la Feuille de route : le stockage de l'énergie, les composants des véhicules, l'intégration des systèmes de bord des véhicules, et le réseau de distribution électrique. Cette section met à profit ce qui a été présenté aux sections 0 à 4, donne lieu à plusieurs des initiatives stratégiques de la Feuille de route et prépare le terrain en vue des sections 6 à 8, où d'autres initiatives stratégiques sont définies, et de la Section 9, où sont présentées les trois recommandations de la Feuille de route.

L'expression « initiative stratégique » est utilisée dans le présent document pour désigner les questions nécessitant une action précoce, soit en général avant le milieu de 2010. La plupart du temps, il n'est pas nécessaire d'indiquer à qui revient la responsabilité d'agir, même si c'est parfois clairement indiqué. Les trois recommandations sont faites aux gouvernements, à l'industrie et autres parties intéressées.

### 5.1 Stockage de l'énergie

Dans la Section 3.2, nous avons souligné que le grand inconvénient de la traction électrique – qui a permis aux véhicules à moteur à combustion interne de dominer – concernait la densité énergétique<sup>9</sup> des batteries utilisées pour alimenter les VE. C'est pourquoi le premier et principal objectif de la présente section est de passer en revue les progrès actuels et les perspectives relativement au stockage d'énergie d'une manière qui soit utile aux véhicules électriques.

#### 5.1.1 Les sources d'énergie pour la traction électrique

Les véhicules électriques peuvent être alimentés au moyen de l'une ou de plusieurs des quatre sources d'énergie suivantes : à partir d'un dispositif de stockage de l'électricité (batterie, supercondensateur), à partir d'une génératrice de bord (habituellement alimentée par un moteur à combustion interne), à partir d'un dispositif de conversion électrochimique de bord (pile à combustible), ou directement à partir du réseau pendant le déplacement du véhicule. Pour les raisons expliquées à la Section 2, les deux dernières sources mentionnées ne sont pas étudiées ici. Les paragraphes qui suivent portent principalement sur les batteries, avec parfois une référence aux supercondensateurs, alimentées par une génératrice à moteur à combustion interne de bord ou par un branchement au réseau pendant l'arrêt du véhicule.

Le principal message de cet exercice ayant mené à la présente Feuille de route, qui tient compte des perspectives et des activités de l'industrie, est que la technologie évoluée des batteries sera le principal catalyseur de l'industrie automobile dans l'avenir. On continue aussi de s'intéresser aux supercondensateurs, fonctionnant seuls ou de concert avec un dispositif de stockage d'énergie, et aux applications utilisant les piles à combustible, comme on l'a mentionné précédemment.

Les batteries et les piles à combustible emmagasinent l'énergie grâce à une réaction chimique d'une manière qui permet la conversion de l'énergie en électricité. Les supercondensateurs emmagasinent l'énergie électrique directement, plus précisément sous forme de charges électrostatiques sur une interface mécanique finement sculptée. La capacité de stockage augmente avec la superficie de l'interface. Il est possible d'arriver à caser une interface d'une superficie surprenante dans un condensateur de petit volume, mais en général les supercondensateurs ont néanmoins une densité énergétique faible. Ils peuvent être chargés et déchargés très rapidement et peuvent accepter et fournir des tensions élevées. Les supercondensateurs sont conçus de façon à fournir une assistance durant l'accélération et les montées, et à récupérer l'énergie de freinage. Ils pourraient être utilisés comme dispositifs de stockage d'énergie dans les véhicules électriques hybrides, en assurant le nivellement des courbes de charge des batteries chimiques.

On s'intéresse aussi à la possibilité d'utiliser les supercondensateurs comme source d'énergie principale des VE et comme dispositif de stockage auxiliaire avec les batteries. Il faudrait pour cela pouvoir augmenter considérablement les densités énergétiques observées aujourd'hui. Des efforts fructueux en ce sens pourraient avoir une incidence majeure sur l'industrie des VE en raison de l'efficacité élevée des supercondensateurs, de leur coût relativement faible, et de leur capacité à supporter de grandes écarts de puissance.

<sup>9</sup> La densité énergétique et la densité de puissance des batteries sont expliquées plus loin à la Section 5.1.3.

### 5.1.2 Les batteries sont la clé

Les batteries représentent l'élément clé de la viabilité de l'industrie des VE. Les améliorations dans la technologie des batteries apportées au cours des dernières décennies ont favorisé la renaissance de l'industrie. Depuis l'aube de l'ère automobile, le talon d'Achille des véhicules électriques a toujours été le poids et le faible rendement énergétique du type de batterie habituellement utilisé, c'est-à-dire la batterie d'accumulateurs au plomb.

Dans les années 1980, on a connu une percée dans la technologie des batteries avec l'arrivée de la batterie à hydrure métallique de nickel (NiMH), la bête de somme de la première génération de véhicules électriques hybrides. De nos jours, nonobstant les améliorations apportées à la batterie d'accumulateurs au plomb et à la batterie NiMH, on pense que la batterie au lithium alimentera vraisemblablement les VE qui seront produits entre 2009 et 2018, année cible de la présente Feuille de route.

La densité énergétique des batteries au lithium est environ deux fois celle des batteries NiMH, lesquelles ont une densité environ deux fois supérieure à celle des batteries d'accumulateurs au plomb. On considère que la technologie des batteries NiMH a atteint une certaine maturité, mais les batteries au lithium en sont encore à l'étape du développement pour ce qui est de leur utilisation éventuelle dans les VE. Malgré que les batteries au lithium sont largement utilisées dans les ordinateurs et l'industrie de la TI, leur utilisation pour la traction électrique demeure une technologie jeune présentant un potentiel considérable qui pourrait se concrétiser à l'intérieur du laps de temps prévu pour la mise en œuvre de la Feuille de route.

**Tableau 1. Principaux enjeux de la technologie des batteries pour les VE**

Enjeu	Cible
<b>Performance améliorée</b>	Densité énergétique de 300 wattheures/kilogramme
<b>Prix</b>	Réduction suffisante pour permettre aux VE de concurrencer les véhicules traditionnels
<b>Durée de vie</b>	10 à 15 ans; 2 500 cycles de chargement-déchargement (pour les VEB)
<b>Stockage d'énergie intermédiaire</b>	Optimiser la récupération de l'énergie de freinage – supercondensateurs?
<b>Sécurité</b>	Gestion thermique et gestion de la batterie améliorées
<b>Recyclage</b>	Mise en place des installations nécessaires
<b>Réutilisation</b>	Déterminer les options quant à la réutilisation des batteries à la fin de leur vie utile (utilisation dans d'autres véhicules ou stockage d'énergie auxiliaire)

À l'échelle mondiale, au moins une douzaine d'entreprises travaillent sur des systèmes de batteries qui en sont à l'étape de la pré-production.

Avant le ralentissement économique de 2008, on comptait au moins 60 entreprises dans le monde qui prévoyaient lancer un véhicule électrique dans les deux à trois prochaines années. La batterie au lithium est en général la technologie de choix. Pour pouvoir améliorer le rendement des batteries au lithium, il faudra faire des avancées dans la science des matériaux afin de mettre au point des électrodes et des électrolytes améliorés. Les enjeux à relever sont résumés au tableau 1.

Les fabricants de batteries travaillent souvent à plusieurs technologies qui peuvent être mises en œuvre pour produire la petite pile cylindrique bien familière. Peu d'entreprises peuvent fabriquer de grosses batteries prismatiques capables de fournir des densités énergétiques plus élevées pour le transport. L'intégration d'un grand nombre de piles dans des blocs-batteries nécessite une expertise dans la technologie des batteries, le génie thermique, l'électronique de puissance, le génie mécanique et le génie électrique. La technologie des blocs-batteries n'est pas sans intérêt; elle contribue de façon significative au rendement des systèmes de batteries

### 5.1.3 Pourquoi la densité énergétique compte

Le rendement des batteries se mesure habituellement en fonction de deux paramètres clés, à savoir la *densité énergétique* et la *densité de puissance*.

*Densité énergétique* : C'est la quantité d'énergie, habituellement exprimée en wattheures (Wh), pouvant être fournie par unité de poids (kilogramme) ou de volume (litre) d'une batterie (Wh/kg ou Wh/L). C'est un indicateur approximatif de l'autonomie des VEB.

*Densité de puissance* : C'est la vitesse à laquelle l'énergie peut être fournie ou consommée (W/kg ou W/L). C'est un indicateur d'accélération et de la capacité d'accepter l'énergie durant le chargement et le freinage.

La densité énergétique est souvent considérée comme le plus important paramètre d'une batterie. Les densités énergétiques des batteries sont actuellement de l'ordre de 75 à 200 Wh/kg (voir Section 3.2). Les densités énergétiques efficaces sont moins élevées en raison de l'énergie utilisée pour les commandes de batterie et les systèmes de gestion thermique. Certaines indications laissent croire que la densité énergétique maximale des batteries au lithium pourrait être d'environ 300 Wh/kg. Une telle densité pourrait réduire considérablement la taille des batteries, et peut-être leur coût également.

La densité énergétique est habituellement le facteur limitant dans les VE. Ces véhicules disposent en général d'une capacité d'accélération plus que suffisante, capacité souvent beaucoup plus grande que celle des véhicules à moteur à combustion interne comparables.

### 5.1.4 Durée de vie des batteries

La durée de vie compte parmi les caractéristiques les plus importantes des batteries, et se mesure habituellement de deux façons. D'abord, la vie utile de la batterie, c'est-à-dire le nombre de mois ou d'années avant que la capacité de charge d'une batterie (presque) neuve se dégrade jusqu'à un niveau donné, par exemple 80 p. 100 de la performance visée. On peut aussi mesurer la durée de vie d'une batterie par son endurance cyclique, c'est-à-dire le nombre de cycles de charge et de décharge que la batterie pourra supporter avant que son rendement ne se dégrade jusqu'à un niveau donné.

Il est difficile d'évaluer la vie utile des batteries parce que les batteries au lithium en sont encore à l'étape du développement et qu'il existe peu de données sur leur rendement à long terme. Des mesures préliminaires pour certaines batteries au lithium, prises principalement au niveau de la pile et extrapolées sur plusieurs années, permettent de penser qu'une vie utile de 10 à 15 ans serait envisageable. Les batteries NiMh présentent des durées de fonctionnement similaires. Des données non scientifiques montrent que de nombreux VE Toyota Rav4 vieux de dix ans offrent encore de belles performances avec leur batterie NiMh d'origine.

Il est encore plus difficile d'évaluer l'endurance cyclique parce qu'elle dépend du profil d'usage du véhicule. Dans un véhicule hybride, chaque fois que la batterie est activée, la génératrice, alimentée par le moteur à combustion interne, la recharge. Ainsi, la batterie est sujette à de nombreux cycles de charge-décharge. Ce mode est appelé le « mode de maintien de charge ». Par contre, le VEB ou le VEHR doté d'une autonomie relativement longue va fonctionner en « mode d'épuisement de la charge » et sera sujet à un nombre très inférieur de cycles de charge-décharge, même s'ils seront plus intenses.

Les batteries sont conçues pour fonctionner de façon optimale dans un mode ou dans l'autre; il est difficile de les faire fonctionner de manière optimale dans les deux modes. Ainsi, les VEHR peuvent présenter des défis particuliers pour les entreprises qui fabriquent leurs batteries.

De la même façon, la durée de vie réelle de la batterie – qu'il s'agisse de sa vie utile ou de son endurance cyclique – est fonction de nombreux autres facteurs, entre autres du type de systèmes (notamment la gestion de la température), de la température ambiante et du degré d'humidité et, surtout, des habitudes de conduite.

### 5.1.5 Sécurité

Des problèmes de sécurité se posent chaque fois qu'on emmagasine de l'énergie dans un espace clos, qu'elle soit sous forme liquide comme c'est le cas de l'essence dans un réservoir de carburant, ou sous forme d'agents chimiques comme dans une batterie. Les batteries au lithium ont suscité certaines inquiétudes parce qu'il est arrivé que des ordinateurs portables prennent feu. Ces inquiétudes ont maintenant été pour la plupart résolues. Dans l'industrie des VE, on traite dorénavant la question de la sécurité des batteries comme un problème de gestion des systèmes.

La gestion thermique est essentielle à l'optimisation du rendement des batteries et à la sécurité des batteries qui dépendent toutes deux du maintien d'une plage de températures donnée. Les écarts de température d'un module à l'autre dans un bloc-batterie peuvent nuire au rendement de la batterie. La température de fonctionnement globale d'un bloc-batterie peut avoir un effet marqué sur sa puissance de sortie et sur sa capacité de chargement durant le freinage par récupération et, par conséquent, sur le coût de fonctionnement et d'entretien du véhicule. Ainsi, le système de gestion de la batterie constitue un élément clé des VE.

Le rendement et la sécurité des batteries sont encore plus importants dans le milieu de la production d'automobiles que dans celui de la production d'ordinateurs portables. La tolérance à l'échec y est considérablement moins élevée. Des facteurs associés à la concurrence peuvent être aussi très importants, en particulier en ce qui a trait à la réduction de la taille des compartiments à batteries et à l'augmentation de la densité énergétique en diminuant la taille des composantes des batteries.

### 5.1.6 Coût de la batterie : stockage

Les principaux problèmes que posent les batteries au lithium concernent leur coût, leur densité énergétique et leur durée de vie. Contrairement aux batteries d'accumulateurs au plomb et aux batteries NiMH, maintenant considérées comme des technologies matures, les batteries au lithium des VE en sont encore à l'étape de prototype. Il leur reste encore à faire l'objet de réductions de coûts à partir d'économies d'échelle. Ces économies d'échelle constituent un facteur très important de l'industrie automobile traditionnelle, qui jouit d'une expérience d'une centaine d'années en matière de réduction de coûts.

À mesure que les volumes de production des batteries augmenteront, les prix des batteries au lithium devraient diminuer. Elles coûtent actuellement entre 800 \$ et 1 200 \$ par kilowattheure. Certains pensent qu'un prix de l'ordre de 200 \$ à 250 \$/kWh est envisageable. Le US Advanced Battery Consortium et l'Electric Power Research Institute ont affirmé que l'objectif pour une batterie rentable, produite en série, devrait être de 400 \$ à 500 \$/kWh. Les discussions avec plusieurs grands fabricants de batteries laissent croire que les possibilités sont bonnes d'atteindre cet objectif. Ces prix sont pour les batteries mêmes. Il faut majorer ces prix de 10 à 15 p. 100 pour les systèmes de gestion de la batterie et l'intégration des systèmes de bord.

Le coût actuellement élevé du stockage d'énergie au moyen des batteries au lithium peut s'expliquer en le comparant au coût de l'électricité. Le coût du stockage de l'électricité est d'environ sept fois celui de l'électricité même. Charger un bloc-batterie de 20 kWh coûte environ 1,40 \$ en électricité et environ 10 \$ pour l'usage de la batterie (soit le coût par cycle d'une batterie de 15 000 \$ ayant une durée de vie de 1 500 cycles). Le faible coût de l'électricité nécessaire pour charger un véhicule pourrait être exploité par des modèles commerciaux qui ajouteraient des frais relativement élevés pour la distribution de l'électricité, tel qu'indiqué à la Section 5.4.

La figure 3 montre comment le coût actuel relativement élevé de l'électricité et de la batterie pourrait équivaloir celui de l'essence. Le scénario de l'avenir présume que l'essence passera à 1,30 \$ le litre (prix atteint durant l'été 2008), que le coût des batteries chutera pour se situer dans l'échelle de prix susmentionnée, et que l'endurance cyclique des batteries – dont il a déjà été question – passera de 1 500 à 2 500 cycles.

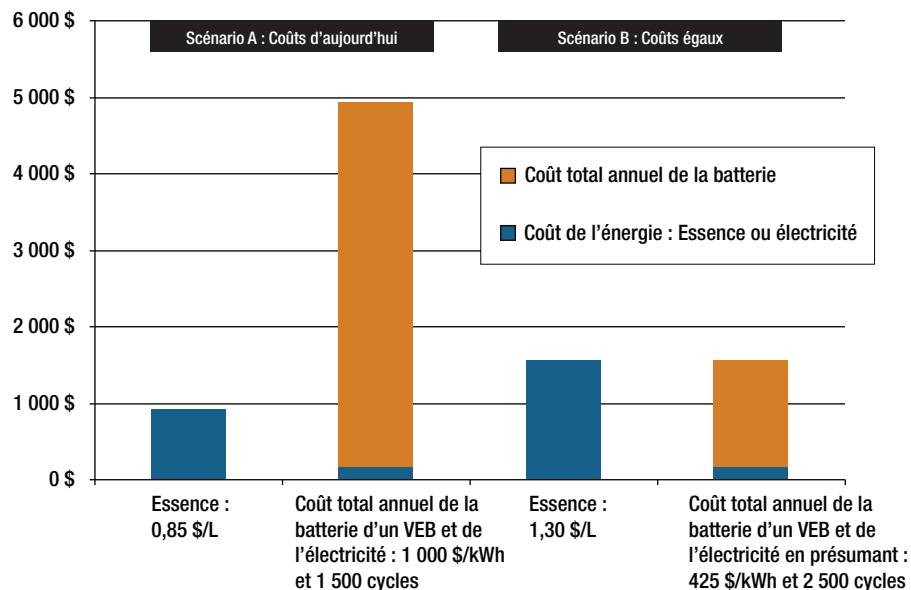


Figure 3. Coûts de l'essence comparés aux coûts des batteries et de l'électricité dans deux scénarios<sup>10</sup>

### 5.1.7 Coût de la batterie : endurance cyclique

Le coût par cycle peut être un indicateur plus précis du coût réel de stockage que le coût par unité d'énergie utilisée.

Les ellipses de la figure 4 fournissent une image conservatrice du rendement actuel des batteries (Batteries 2009), ainsi que trois points de vue de spécialistes sur les améliorations possibles du rendement des batteries : un pour 2012 et deux pour 2018. Ainsi, les batteries actuelles coûtent environ 1 100 \$/kWh et sont bonnes pour environ 1 000 cycles. En 2012, ce coût passera à 750 \$/kWh et l'endurance cyclique sera de 2 000 cycles ou plus. En 2018, selon un spécialiste, l'endurance cyclique des batteries aura presque doublé, même si le coût par kWh sera à peu près le même. Un autre spécialiste s'attend à une amélioration moins importante de l'endurance cyclique, mais prévoit une réduction du coût unitaire.

Les lignes obliques de la figure 4 représentent les combinaisons du coût des batteries et de leur endurance cyclique qui atteignent un point d'équilibre avec le prix de l'essence indiqué, en utilisant les hypothèses présentées à la figure 3. Les estimations du rendement des batteries correspondent par conséquent à un prix d'équilibre avec l'essence de 2 \$/litre en 2012 et de 1,35 \$/litre en 2018.

<sup>10</sup> Les autres hypothèses concernent des voitures compactes comparées à 8,0 L/100 km (MCI) et 160 Wh/km (VEB), pour des déplacements de 60 km/jour. Le prix de l'électricité dans les deux scénarios est de 0,07 \$/kWh et le coût réel du financement de la batterie est de 4 % par an.

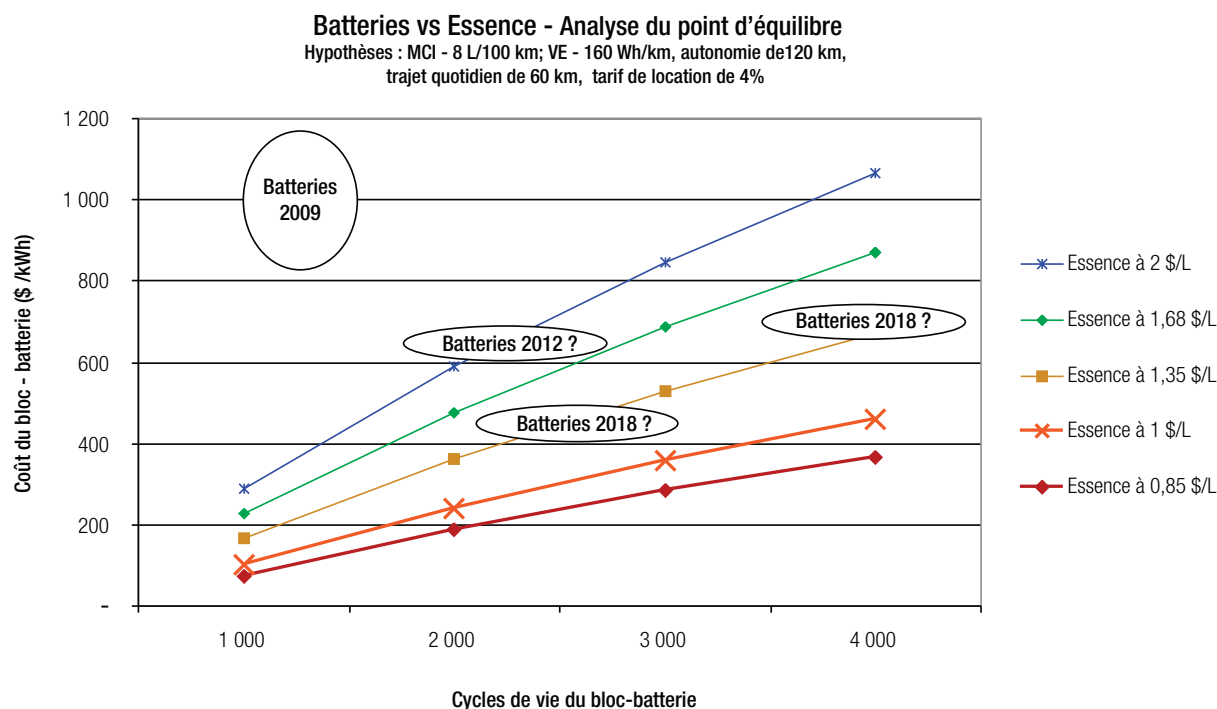


Figure 4. Analyse du point d'équilibre – Coût de la batterie par rapport à son endurance cyclique pour différents prix de l'essence

L'analyse laisse croire qu'à mesure que les prix des batteries baisseront et que les rendements s'amélioreront, les prix de l'essence augmenteront et il sera possible d'atteindre le point d'équilibre pour les VEB entre 2012 et 2018 (également pour les VEHR). Entre-temps, l'intervention financière des gouvernements pourrait être essentielle afin de soutenir les premiers stades de la mise au point des batteries dans l'industrie.

### 5.1.8 Situation canadienne

Le Canada possède un très vaste bassin de compétences clés dans tous les secteurs de l'électrification des transports. Ces compétences touchent les batteries, l'intégration des systèmes des VE, en particulier pour les véhicules commerciaux et les véhicules roulant à basse vitesse, ainsi que les systèmes de gestion de la batterie et de gestion de la consommation. Par habitant, du moins pour le moment, ces ressources sont considérablement plus importantes qu'aux États-Unis, et il faudrait les soutenir et les exploiter.

Les conditions climatiques du Canada sont exceptionnellement difficiles, avec des températures allant de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Les températures basses et les températures élevées peuvent nuire au rendement de la batterie, en particulier à la capacité de stockage. On pense que ce problème peut être contrôlé. En hiver, la température optimale des batteries peut être maintenue grâce à un chauffe-batterie enfichable, qui pourrait permettre de compléter le réchauffement de la batterie résultant de son chargement. Quand le véhicule est en marche, la température interne de la batterie dépasse largement la température ambiante.

Comme les systèmes de ventilation, de chauffage et de climatisation des véhicules fonctionnent entièrement ou presque entièrement à l'électricité, les températures extrêmes de l'hiver et de l'été peuvent réduire l'autonomie de fonctionnement des VE. Un panneau solaire enchâssé dans la caisse de carrosserie supérieure pourrait fournir l'énergie supplémentaire pour réchauffer ou climatiser l'habitacle, et aider au chargement de la batterie.



### 5.1.9 Lithium : ressources, recyclage et réutilisation

Des rapports récents laissent croire qu'on pourrait connaître une rareté des approvisionnements en lithium à mesure que la demande pour les batteries au lithium augmentera. Cependant, les prévisions les plus optimistes concernant le marché des VE montrent que l'industrie pourrait représenter moins de 20 p. 100 de la demande mondiale de lithium. De plus, les sources d'approvisionnement semblent amplement suffisantes, en comptant les gisements de spodumène – un minéral contenant du lithium – du Québec et du Manitoba.

Les principaux composants des batteries au lithium sont inertes, sauf pour quelques solvants. Cependant, une exigence réglementaire régit l'élimination sûre des batteries usées. Le Canada possède les installations nécessaires. La méthode d'élimination comporte le refroidissement cryogénique avant le démontage des batteries et la transformation des composés de lithium résiduels en carbonate de lithium pour la revente. Les matières dangereuses présentes, y compris les solvants, sont neutralisées et transformées en composés stables avant d'être entreposées de façon sûre. Les matières plastiques des boîtiers sont récupérées et recyclées. Le cobalt présent est récupéré et réutilisé.

Lorsque les batteries au lithium ne sont plus en mesure de conserver une charge suffisante pour un VE régulier, elles peuvent être réutilisées dans des véhicules électriques plus petits ou des dispositifs électriques qui pourraient stocker l'énergie pour un écrêtement de la demande de pointe ou emmagasiner l'énergie produite de façon intermittente à partir de sources éoliennes ou solaires. Les différentes possibilités de revente des batteries pour VE pourraient permettre de réduire leur coût initial.

### 5.1.10 Autres types de batteries

Même si la présente section portait principalement sur les batteries au lithium, il ne faudrait pas passer sous silence les travaux effectués sur d'autres types de batteries. On pense à des types de batteries établies, notamment les batteries d'accumulateurs au plomb et les batteries NiMh, et aussi à des types moins connus comme la batterie au nickel-zinc et l'accumulateur zinc-air.

### 5.1.11 Stockage d'énergie : rappel des principaux enjeux

La mise au point de systèmes de stockage d'énergie est essentielle à la réussite de l'industrie des VE. Voici un rappel des principaux enjeux :

- Les véhicules électriques, probablement munis de batteries au lithium, représentent vraisemblablement l'avenir du transport terrestre en général et des automobiles en particulier. Dans le monde, plus de 60 entreprises ont lancé ou prévoient lancer d'ici 2018 un modèle de véhicule électrique, qu'il soit hybride, hybride rechargeable ou à batterie.
- La batterie constitue l'élément le plus important du VE et le plus dispendieux aussi, et peut représenter jusqu'à 50 p. 100 du coût total du véhicule. Au début de 2009, l'industrie de la batterie pourrait être relativement mieux développée au Canada qu'aux États-Unis. Au moins cinq sociétés travaillent à la mise au point des batteries au lithium et à l'intégration des véhicules, dont un constructeur automobile.
- La production de VE, de batteries et de composants est très subventionnée à l'étranger. Aux États-Unis en particulier, le gouvernement fédéral a créé un fonds commun d'investissement de 25 milliards de dollars pour les VE de tous types, la mise au point des batteries et l'infrastructure du transport électrique. Pour les entreprises canadiennes, les règles du jeu ne sont déjà plus équitables.

### 5.1.12 Initiatives stratégiques : stockage d'énergie

Le processus d'élaboration de la Feuille de route a permis de déterminer les initiatives stratégiques suivantes concernant le stockage d'énergie :

- Améliorer le stockage d'énergie par la recherche fondamentale et appliquée, notamment en améliorant ce qui suit :
  - techniques de fabrication – afin d'augmenter l'échelle, d'améliorer l'efficacité et de diminuer les coûts;
  - densité d'énergie – afin de réduire les coûts, d'accroître l'autonomie et de créer des systèmes plus petits et plus légers;
  - gestion et commandes électroniques – en vue d'une utilisation plus efficace du stockage d'énergie disponible;
  - compartiment du système – afin d'optimiser les aspects thermiques, électriques, mécaniques et de sûreté.

## 5.2 Composants

### 5.2.1 Composants des VE

La carrosserie de base et les composants intérieurs, les roues et les dispositifs d'éclairage sont communs à tous les véhicules. Cependant, les VE sont dotés de composants clés qui diffèrent des composants équivalents des véhicules à moteur à combustion interne, comme l'illustre le tableau 2. Les VE comptent également moins de pièces dans l'ensemble, ce qui devrait engendrer un coût d'entretien moins élevé, toutes autres choses étant égales. Ces économies ont été estimées à environ 25 p. 100 pour les véhicules de livraison commerciaux.

**Tableau 2. Principaux composants et systèmes des VE qui diffèrent des composants équivalents des véhicules à MCI<sup>11</sup>**

<b>Composant du VE</b>	<b>Fonction</b>
<b>Système de chargement de la batterie de bord</b>	Convertit le courant alternatif du réseau électrique (CA) en courant continu (CC) afin de charger la batterie.
<b>Système de gestion thermique</b>	Assure que la batterie demeure à l'intérieur des limites de température optimales.
<b>Convertisseur CC/CC</b>	Convertit la haute tension de sortie de la batterie (300 à 700 V) en basse tension (12 à 42 V) pour faire fonctionner les systèmes du véhicule comme les dispositifs d'éclairage.
<b>Commande de moteur</b>	Convertit la sortie CC de la batterie afin de commander et d'alimenter le moteur, souvent en CA à fréquences variables.
<b>Moteur de traction</b>	Commande les roues du véhicule au moyen de la transmission/boîte de vitesse.
<b>Système de refroidissement pour le moteur et la commande de moteur</b>	Refroidit le moteur de traction et la commande de moteur, habituellement à l'aide d'un liquide de refroidissement.
<b>Transmission/boîte de vitesses</b>	Relie le moteur de traction aux roues motrices du véhicule; intègre habituellement un dispositif de réduction de la vitesse.
<b>Commande de freinage pour fusionner le freinage par récupération et le freinage traditionnel</b>	Contrôle le freinage en utilisant un mélange approprié de freinage par frottement et de freinage par récupération par le moteur de traction.
<b>Direction à assistance électrique</b>	Remplace la pompe hydraulique entraînée par courroie et le système d'assistance hydraulique de la direction traditionnelle par un moteur électrique.
<b>Freins électriques</b>	Remplace le servofrein pneumatique du MCI alimenté par dépression du moteur par un système fonctionnant à l'électricité.
<b>Système de chauffage</b>	Assure le bien-être des passagers grâce à une ou plusieurs fonctions : i) chauffeuse alimentée à l'essence ou par un carburant liquide; ii) stockage de la chaleur quand la batterie est chargée; iii) panneau héliothermique ou photovoltaïque intégré à la partie supérieure de la carrosserie; iv) chauffage ohmique (épuise la batterie).
<b>Système de climatisation électrique</b>	Remplace la pompe entraînée par courroie du système de climatisation des véhicules traditionnels par une pompe alimentée par un moteur électrique; peut-être alimenté en partie par un panneau photovoltaïque intégré à la partie supérieure de la carrosserie.

<sup>11</sup> Le tableau 2 a été gracieusement fourni par Roger Martin de Unicell Ltd.

### 5.2.2 Coûts des composants des VE

La mise au point des composants et des systèmes pour les VE dont on a fait mention précédemment ne comporte pas de défi technologique majeur. Toutefois, à l'exception de la direction électrique, aucun composant n'a encore été produit à grande échelle. Leur coût et leur rendement n'ont pas été optimisés autant que pour les composants automobiles traditionnels.

Le coût des composants des VE doit diminuer d'un facteur de deux à trois pour concurrencer le coût des composants correspondants des véhicules à moteur à combustion interne, et leur rendement doit s'améliorer. Le tableau 3 illustre l'ampleur de ce défi pour ce qui est du moteur de traction et de la commande de moteur seulement – pour qu'ils soient concurrentiels en termes de rendement et de coût par rapport aux composants équivalents du moteur à combustion interne.

**Tableau 3. Objectifs techniques pour les systèmes de propulsion des véhicules électriques<sup>12</sup>**

	2010	2015	2020
<b>Coût (\$/kW)</b>	<19	<12	<8
<b>Puissance massique (kW/kg)</b>	>1,06	>1,2	>1,4
<b>Densité de puissance (kW/L)</b>	>2,6	>3,5	>4,0
<b>Efficiéce (pourcentage d'efficacité à 20 p. 100 du couple nominal)</b>	>90 p. 100	>93 p. 100	>94 p. 100

### 5.2.3 Compétences de base du Canada

Afin de participer au marché des VE, les fabricants canadiens de composants pour les VE devront atteindre des objectifs similaires ou plus rigoureux. Le Canada a une solide industrie des pièces et composants. Au moins une entreprise a déjà commencé à fabriquer des composants et des systèmes pour VE pour les grands constructeurs automobiles internationaux. La Section 7 décrit l'importance de ce secteur industriel. Il s'agit d'un atout important qui pourra soutenir le développement au Canada de VE pour la plupart des modes de transport et des classes de véhicules.

Le Canada compte également plusieurs petites entreprises en train de développer une nouvelle expertise dans la conception et l'assemblage de véhicules conceptuels utilisant de nouveaux matériaux, comme les composés, qui peuvent contribuer à réduire le poids des véhicules.

L'industrie est actuellement sous-financée en ce qui a trait aux capitaux de recherche et de commercialisation nécessaires pour produire des composants pour VE en quantité suffisante pour les besoins de l'industrie automobile. Il est fort difficile de concurrencer les entreprises américaines et étrangères bien subventionnées. Il faudra disposer d'une solide aide financière pour retenir cette expertise au Canada et soutenir les emplois.

<sup>12</sup> Le tableau 3 correspond au tableau 1 du document intitulé *Electrical and Electronics Technical Team Roadmap*, FreedomCar and Fuel Partnership's, novembre 2006, à l'adresse [http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/program/eett\\_roadmap.pdf](http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/program/eett_roadmap.pdf).

### 5.2.4 Défis pour les fabricants de composants

Le principal défi des fabricants de composants pour VE est de réduire les coûts par un facteur de deux à trois. On a déjà traité des raisons expliquant les coûts actuellement élevés des composants des VE. Les solutions à ce problème sont essentielles à la survie et à la croissance de l'industrie des VE.

Notre industrie des composants automobiles est hautement concurrentielle. Elle doit faire face à la concurrence des entreprises étrangères, notamment de la Chine et de l'Inde, et il faudra la soutenir pour qu'elle demeure concurrentielle.

Il faudra aussi travailler à réduire le poids des pièces, notamment grâce à l'utilisation de nouveaux matériaux. Réduire le poids global des véhicules sans sacrifier leur solidité et leur sécurité constitue une entreprise de taille pour l'ensemble du secteur automobile.

### 5.2.5 Initiatives stratégiques : composants

Le processus d'élaboration de la Feuille de route a permis de déterminer les initiatives stratégiques suivantes concernant les composants des VE :

- Diminuer le coût des composants des VE d'un facteur 2 ou 3 afin qu'ils puissent être concurrentiels du point de vue commercial par rapport aux composants équivalents du moteur à combustion interne, et entre-temps diminuer le poids des composants.
- Démontrer l'utilisation des véhicules en situation réelle afin d'évaluer la fiabilité et la durabilité du stockage d'énergie et des autres composants.

## 5.3 Intégration des véhicules

### 5.3.1 Intégration des systèmes

L'intégration des systèmes des véhicules électriques est une question complexe faisant appel à plusieurs disciplines, notamment l'intégration mécanique, l'intégration électrique, l'électronique de puissance, la gestion thermique et les normes.

Dans l'ensemble, le principal défi concerne le degré d'intégration entre la batterie (source d'énergie) et le groupe motopropulseur. Ce défi comporte deux éléments :

- mise au point de la batterie et du système de gestion de la batterie;
- intégration de ces composants avec le groupe motopropulseur – chargeur, moteur, train de transmission, système de gestion de l'énergie et dispositif de freinage par récupération.

### 5.3.2 Intégration mécanique et électrique

Les principaux défis en matière d'intégration mécanique concernent la conception de la batterie et son emplacement à l'intérieur du véhicule, afin d'assurer la stabilité du véhicule et une bonne distribution du poids, de protéger la batterie contre l'humidité et la poussière, et de garantir la sécurité des câblages électriques, surtout avec la batterie. En plus de tenir compte de la batterie, qui peut être déployée en deux éléments ou plus, il faudra aussi, au moment de répartir le poids, prendre en considération le poids et le volume moins élevés des autres composants des VE comparés aux composants équivalents des véhicules à moteur à combustion interne. Par exemple, dans un VEB il n'y a pas de réservoir à essence ou de dispositif antipollution, et le moteur électrique sera selon toute vraisemblance beaucoup plus petit et plus léger que le moteur à combustion interne équivalent.

Les principaux éléments en cause dans l'intégration électrique concernent les raccordements reliant la batterie et les systèmes de gestion de la batterie et de gestion de l'énergie, la génératrice et le moteur. Les tensions de fonctionnement peuvent aller de 300 à 700 V. Il faudra pouvoir compter sur des systèmes de débranchement fiables en cas de collision ou autres situations d'urgence.

### 5.3.3 Gestion de l'énergie

La gestion de l'énergie est un domaine clé distinct de la gestion de la batterie. Les systèmes de gestion de l'énergie commandent le flux d'énergie entre la batterie et le moteur. Ils doivent être capables de s'adapter aux brusques variations du courant durant le freinage par récupération.

L'énergie est également nécessaire à la climatisation et à la ventilation de l'habitacle, et pour faire fonctionner les essuie-glaces, l'éclairage, les systèmes de divertissement de bord, les écrans de bord et les signaux. La réduction de la consommation d'énergie de ces dispositifs est davantage nécessaire lorsque seule l'énergie de la batterie est utilisée. Les systèmes de gestion de l'énergie peuvent aider à réduire la consommation, mais la principale contribution à cette réduction de la consommation vient de l'utilisation de dispositifs plus efficaces comme un système d'éclairage par diodes électroluminescentes.

### 5.3.4 Gestion thermique

La gestion thermique comporte deux aspects : la gestion des températures à l'intérieur du bloc-batterie afin d'assurer son rendement optimal, comme indiqué à la Section 5.1.5, et la gestion de la température à l'intérieur de l'habitacle afin d'assurer le confort des passagers.

Dans les véhicules hybrides, la chaleur résiduelle du moteur à combustion interne peut être utilisée pour chauffer l'habitacle, comme dans les véhicules traditionnels. Le moteur à combustion interne peut commander directement le système de climatisation, comme dans les véhicules traditionnels, mais à moindre coût.

Dans les VEB, ainsi que dans les VEHR quand le moteur à combustion interne n'est pas utilisé, la batterie peut être la seule source d'énergie pour réchauffer ou climatiser l'habitacle. Les charges peuvent être importantes, surtout pour le chauffage. Il faudra améliorer les systèmes afin d'optimiser le bien-être des passagers en utilisant le moins d'énergie possible.

Comme indiqué précédemment, une des approches envisageables serait d'utiliser des modules photovoltaïques enchâssés dans la partie supérieure de la carrosserie du véhicule pour aider à la climatisation. Ces modules pourraient servir à alimenter des ventilateurs et même assurer une partie de la climatisation. Les déplacements de nuit posent cependant problème de même que le chauffage de l'habitacle en général, à moins qu'un dispositif alimenté séparément ne soit installé, comme une chauffeuse au butane (laquelle pourrait compromettre le statut d'émissions nulles).

### 5.3.5 Normalisation et essai

Transports Canada accorde aux fabricants de véhicules l'autorisation d'apposer sur leurs véhicules une marque nationale de sécurité signifiant que leurs véhicules sont conformes aux normes de sécurité applicables au moment de leur fabrication. Les règles fédérales exigent que chaque véhicule porte un numéro d'identification du véhicule (NIV), assigné par le fabricant. Les NIV contiennent de l'information sur les caractéristiques des véhicules en fonction de normes acceptées. Ils sont très importants, surtout dans le cas de rappels de véhicules.

Transports Canada élabore et fait appliquer les Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada, conformément à la *Loi sur la sécurité automobile*. Ces règlements précisent le rendement en matière de sécurité des véhicules automobiles neufs et importés vendus au Canada. Ils fixent des exigences minimales en matière de sécurité relativement aux sources d'énergie largement utilisées dans les véhicules canadiens. Les normes sont homologuées par les fabricants, surveillées par Transports Canada, et largement harmonisées à celles des États-Unis.

Il existe de nombreux organismes de normalisation, notamment la Society for Automotive Engineers (SAE), l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et l'Association canadienne de normalisation (CSA). Ces organismes aident à garantir la production de composants sûrs et normalisés, et les organismes de réglementation ayant compétence en matière de véhicules peuvent s'y référer. Leurs normes portent entre autres sur le chargement du véhicule, les dimensions et les contacts des fiches, la sécurité et les temps de chargement.

Les gouvernements provinciaux et territoriaux sont responsables de la réglementation de l'utilisation des voies publiques, de l'immatriculation des véhicules et de l'émission des permis de conduire, ainsi que de la réglementation des pièces de rechange, y compris les transformations et les conversions. Ils peuvent prescrire des exigences de sécurité supplémentaires pour l'immatriculation des véhicules.

Les règlements fédéraux précisent deux types de modifications aux véhicules, selon que la modification concerne un véhicule incomplet ou complet. Dans le cas d'un véhicule incomplet, le fabricant qui fait la modification est responsable de certifier que le véhicule reste conforme aux différentes normes fédérales en matière de sécurité. Ces véhicules auront reçu un NIV du fabricant d'origine, mais l'apposition de la marque nationale de sécurité demeure la responsabilité du fabricant à l'étape finale.

Dans le cas de la modification d'un véhicule complet, de nombreuses normes doivent être passées en revue. Par exemple, si le système du train de transmission est modifié pour passer de l'essence à l'électricité d'une batterie, les normes de sécurité pour les essais de collision pourraient changer. Par conséquent, il pourrait être nécessaire de certifier à nouveau la conformité du véhicule.

Transports Canada et la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) des États-Unis participent actuellement à un groupe de travail international chargé de rédiger les exigences pour les véhicules électriques. Le groupe de travail met actuellement à jour les exigences d'utilisation des normes de sécurité électrique européennes. Il poursuivra ensuite la discussion sur les exigences après collision en vigueur en Amérique du Nord. Une fois ces discussions achevées, Transports Canada étudiera la possibilité d'adopter les exigences pertinentes. Ces exigences s'appliqueraient aux véhicules électriques et aux véhicules électriques hybrides utilisant des tensions de fonctionnement allant jusqu'à 1 500 Vcc et 1 000 Vca.

Il faudrait également se pencher sur la question de la réglementation des conversions après-vente dans le cas des véhicules électriques assujettis aux règlements provinciaux/territoriaux. Il pourrait être nécessaire de définir des normes concernant l'installation de composants électriques dans les véhicules usagés de manière à ne pas compromettre la sécurité. Cette question pourrait être confiée au Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM), l'organisme responsable de coordonner les règlements sur les véhicules motorisés établis par les gouvernements provinciaux et territoriaux et le gouvernement fédéral. Avant toute chose, il convient d'harmoniser les normes et les règlements avec ceux des États-Unis.

Les codes du bâtiment pourraient devoir être mis à jour afin de couvrir l'électrification des aires extérieures et des garages nouveaux ou existants, des aires de stationnement et des installations publiques. Cette mise à jour devra tenir compte des nouvelles lignes directrices sur l'infrastructure de chargement que prépare actuellement BC Hydro avec le soutien de Ressources naturelles Canada et qui pourraient être adoptées par l'ensemble des provinces.

Environnement Canada est chargé d'élaborer et de faire appliquer les normes canadiennes sur les émissions des véhicules routiers et de leurs moteurs, et d'attester de la conformité des fabricants. Ces normes s'appliquent à tous les véhicules routiers. La question de la conformité demeure un enjeu de moindre importance pour les VEB, mais prend toute son importance pour les VEH et les VEHR.



## 5.4 Approvisionnement canadien en électricité pour les véhicules électriques

### 5.4.1 Production de l'électricité

Environ 75 p. 100 de l'électricité canadienne est produite sans avoir recours à des combustibles fossiles. Les différentes méthodes de production reposent notamment sur l'hydroélectricité, le nucléaire, la biomasse et d'autres sources renouvelables. La plus importante source de production demeure l'hydroélectricité. En 2006, elle a contribué à 59 p. 100 de l'approvisionnement total en énergie électrique, soit 350 terawattheures sur un total de 593 TWh. Le Canada est un chef de file mondial de la production hydroélectrique, avec une capacité totale de production de plus de 72 gigawatts à partir de ce type de source. La capacité de production électrique installée du Canada est de 110 GW. La figure 5 montre que la production hydroélectrique est principalement concentrée au Québec, mais elle est également présente en Colombie-Britannique, en Ontario, à Terre-Neuve-et-Labrador et au Manitoba.

Les combustibles fossiles constituent la seconde plus importante source d'électricité du Canada. Environ 17 p. 100 de l'approvisionnement total en énergie électrique provient du charbon, 5 p. 100 du gaz naturel, et moins de 2 p. 100 du pétrole. La production d'électricité à partir de combustibles fossiles est particulièrement importante en Alberta et en Saskatchewan, où plusieurs centrales électriques ont été construites à proximité d'importants gisements de charbon. La production d'électricité à partir de combustibles fossiles est également importante dans les provinces atlantiques, en Ontario et dans les territoires.

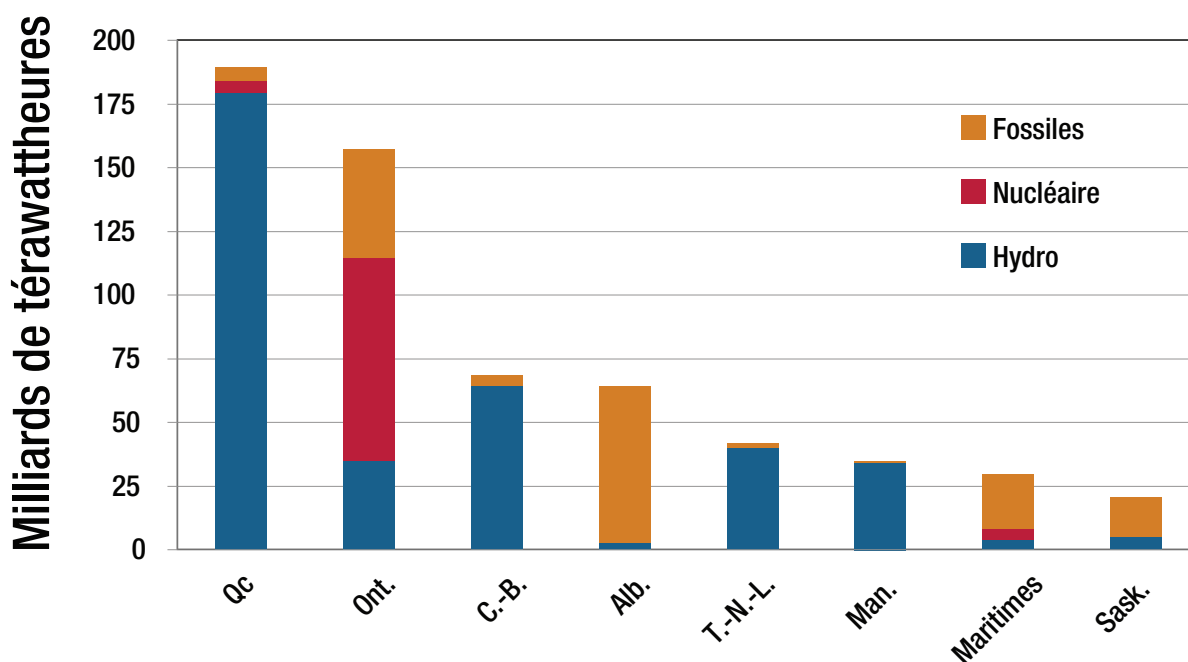


Figure 5. Production d'électricité au Canada en 2007<sup>13</sup>

L'énergie nucléaire est la troisième plus importante source d'électricité au Canada. Environ 16 p. 100 de l'approvisionnement est produit par une vingtaine de réacteurs CANDU mis au point au Canada. Parmi ces réacteurs, 18 sont situés en Ontario, un au Nouveau-Brunswick et un au Québec.

13 Les données de la figure 5 sont tirées des tableaux 8-1 et 9 du *Bulletin sur la disponibilité et l'écoulement d'énergie au Canada* de Statistique Canada, n° au catalogue 57-003-XWF, février 2009, à <http://www.statcan.gc.ca/bsolc/olc-cel/olc-cel?catno=57-003-XWF&lang=fra>.

Les sources renouvelables non hydroélectriques contribuent actuellement à moins de 2 p. 100 de l'approvisionnement en électricité du Canada. La principale source renouvelable non hydroélectrique est la biomasse (p. ex., résidus de bois, liqueur résiduaire). Les autres sources – l'énergie éolienne, l'énergie solaire et l'énergie des marées – fournissent une petite quantité d'énergie, mais le secteur est en croissance.

En raison de l'efficacité des moteurs électriques, la traction électrique reste une solution logique même quand l'électricité est produite à partir du charbon<sup>14</sup>. Par conséquent, les véhicules électriques devraient être envisagés même en Alberta où la grande partie de la production électrique provient du charbon.

### 5.4.2 Infrastructure de l'approvisionnement en électricité : perspectives et enjeux

Même sans la demande supplémentaire attribuable aux VE, le réseau électrique du Canada devrait, d'ici 2018, fournir 99 TWh de plus pour satisfaire à la croissance de la demande normale, c'est-à-dire 17 p. 100 de plus que le total de 2006. Si un VE consomme 3 000 kWh pour parcourir 15 000 kilomètres par année (200 Wh/km pour un véhicule de taille moyenne), les 500 000 VE qui doivent circuler sur les routes canadiennes d'ici 2018 (objectif de la Feuille de route) consommeront une quantité supplémentaire de 1,5 TWh d'énergie électrique. Cela représenterait environ 0,2 p. 100 de l'approvisionnement total projeté pour cette année-là, et ne devrait pas présenter un défi pour la production d'électricité.

La charge maximale actuelle du réseau électrique canadien est d'environ 100 GW, soit environ 90 p. 100 de la production maximale possible de 110 GW. Si chaque VE est chargé à l'aide d'un chargeur 240 V, 15 A, il représentera une demande de 3 kW. Dans l'éventualité peu probable où tous les VE seraient chargés en même temps, la demande totale supplémentaire serait de 1,5 GW, ou environ 1,5 p. 100 de la charge maximale actuelle. Cette demande devrait pouvoir être facilement satisfaite. Dans tous les cas, elle pourrait être modérée grâce à des tarifs horaires. De plus, le chargement des VE pourrait se faire au moyen du contrôle direct d'un service de distribution grâce à un réseau intelligent ou par un autre moyen.

La fluctuation de la demande en électricité sur des périodes de 24 heures est illustrée à la figure 6, qui montre les valeurs réelles en été et en hiver pour l'Ontario, de même que les prix de vente correspondants. Il faut souligner que la demande chute d'environ 25 p. 100 la nuit, et qu'il y a peu de différence entre la charge maximale en été et celle en hiver. Dans les autres provinces, la demande en hiver est généralement plus élevée.

Le chargement de nuit ne nécessiterait pas de nouvelle capacité de production, et seuls quelques changements très locaux au système de distribution seraient nécessaires. Peut-être qu'un quart du chargement des VE se ferait durant la journée. Il ne serait peut-être pas nécessaire de disposer d'une nouvelle capacité de production, mais le chargement de jour pourrait mettre à l'épreuve les réseaux de distribution, au point où des ajouts ou des modifications pourraient être nécessaires. La demande de groupes de VE pourrait mettre à l'épreuve certains fournisseurs et les transformateurs de distribution connexes. Un réseau intelligent pourrait être en mesure d'alléger certaines de ces tensions, mais il est possible que des remplacements ou des mises à niveau soient nécessaires. Il faudrait peut-être à certains endroits devoir ajouter l'infrastructure de chargement publique nécessaire (120 à 600 V).

14 Voir, par exemple, Jaramillo, J., Samaras, C., Wakeley, H., Meisterling, K. « Greenhouse gas implications of using coal for transportation: Lifecycle assessment of coal-to-liquids, plug-in hybrids, and hydrogen pathways », *Energy Policy*, n° 37, p. 2689-2695, 2009. Voir également la figure 1 de la page 42

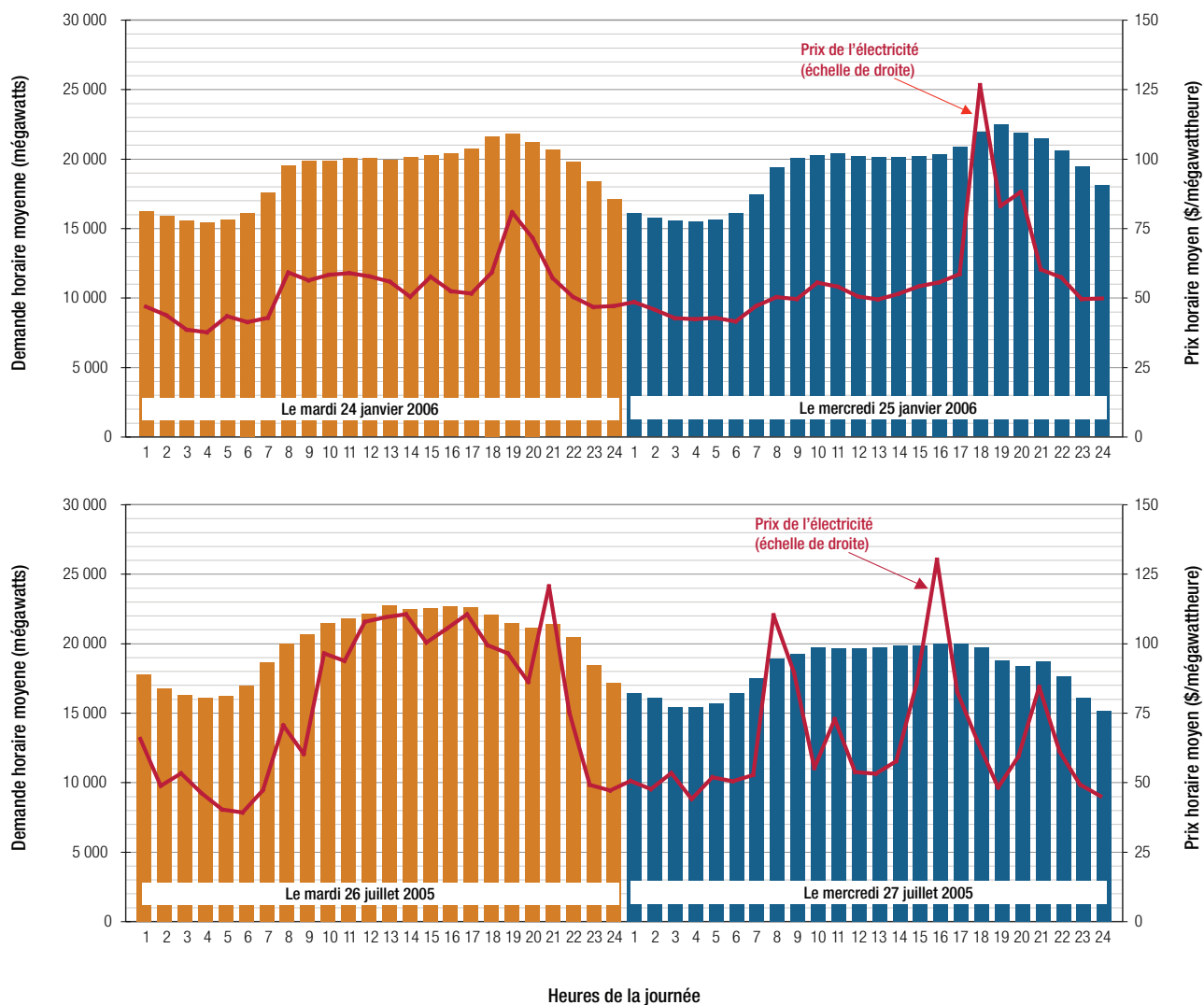


Figure 6. Demande en électricité par heure et prix de vente en Ontario pour un mardi et un mercredi de janvier 2006 et de juillet 2005<sup>15</sup>

<sup>15</sup> La figure 6 est basée sur les données fournies par la Société indépendante de gestion du marché de l'électricité de l'Ontario ([www.theimo.com](http://www.theimo.com)).

### 5.4.3 Arguments en faveur de l'énergie renouvelable

Des sondages menés aux États-Unis et au Canada montrent que la volonté du public de payer un supplément pour les VE est liée aux avantages environnementaux (voir Section 4). Les émissions beaucoup plus faibles des VE constituent un argument de vente de poids, et il faudra en tenir compte dans le modèle commercial. Cet argument nous amène à la conclusion que si une nouvelle capacité de production s'avèrait nécessaire pour les VE, elle devrait idéalement faire usage des sources renouvelables d'énergie. Comme on l'a déjà souligné, les 500 000 VE proposés pourraient nécessiter 1,5 TWh d'énergie électrique en 2018. Cette énergie électrique pourrait être produite, par exemple, par :

- ➔ une centrale de 190 MW alimentée à la biomasse tournant à 90 p. 100 de sa capacité;
- ➔ une centrale hydroélectrique de 230 MW tournant à 75 p. 100 de sa capacité;
- ➔ un parc d'éoliennes de 490 MW tournant à 35 p. 100 de sa capacité.

Replaçons en contexte les deux dernières solutions citées. Le besoin hydroélectrique serait inférieur à un quart de la production d'une nouvelle centrale d'un gigawatt, comme il est prévu d'en construire une au Canada. Le besoin éolien représente une capacité de 22 p. 100 supérieure à la capacité installée au Canada en 2007.

Il faut également mettre en contexte le coût de cette nouvelle capacité de production comparativement au coût des batteries pour les 500 000 VE anticipés. Si chaque VE est doté d'un bloc-batterie de 20 kWh coûtant 16 000 \$, l'investissement total nécessaire en batteries sera de 8 milliards de dollars. Si le coût engendré par une nouvelle production hydroélectrique est de 4 millions de dollars par mégawatt de capacité, l'investissement pour la production d'électricité, en tenant compte de la durée de vie de la centrale mais sans les intérêts, serait inférieur à 330 millions de dollars, soit moins de 4 p. 100 du coût des batteries.

### 5.4.4 Les VE et le réseau électrique : chargement et communication

Les participants au processus d'élaboration de la Feuille de route ont été assurés que des progrès importants ont déjà été faits relativement à la normalisation du chargement des VE à partir du réseau électrique et du mode de communication entre les véhicules et le réseau. Les paragraphes qui suivent résument l'état actuel de la question.

Les VE pourraient un jour devenir un élément important des réseaux intelligents qui aideront les services publics et les consommateurs à gérer avec précision l'approvisionnement et la demande en électricité.

La Society of Automotive Engineers (SAE) travaille à la révision de sa norme J1772 relativement aux exigences physiques, électriques et de rendement concernant les coupleurs et les systèmes de charge conductive pour VE en Amérique du Nord. Ces pratiques recommandées précisent la charge, les câbles, les fiches et les connecteurs à utiliser pour transférer de l'énergie entre le réseau électrique et les VE, et le mode de communication entre les véhicules et le réseau.

Le principal objectif d'une autre norme SAE, la norme J2836, concerne le transfert d'énergie optimisé entre le réseau et les véhicules électriques rechargeables. La norme soutient le transfert d'énergie du réseau au véhicule et du véhicule au réseau (ou du véhicule à la maison). La norme J2836 soutient d'autres applications entre les véhicules et le réseau, notamment la participation à un plan de chargement contrôlé par le service public et à un réseau résidentiel d'appareils électriques gérés par le service public.

D'autres normes SAE méritent d'être soulignées, notamment la norme J2836 et la norme J2847 sur les communications (2836 – cas d'utilisation; 2847 – messagerie), la norme J1711 (évaluation des émissions et de l'économie de carburant des véhicules hybrides) et la norme J2344 (lignes directrices sur la sécurité des véhicules électriques).

Dans l'ensemble, le principal défi en ce qui a trait au déploiement de l'infrastructure de chargement au Canada réside dans l'harmonisation des normes canadiennes sur l'électricité avec les normes américaines, et il s'agit d'un aspect pour lequel des travaux sont déjà en cours.

Les projets en cours en Colombie-Britannique faciliteront la mise à jour du code canadien de l'électricité pour ce qui est du chargement des véhicules électriques. La ville de Vancouver travaille à la mise à jour des codes du bâtiment afin de répondre aux besoins de cette activité. BC Hydro, avec le soutien du gouvernement fédéral et l'aide d'autres services publics, dirige les travaux d'élaboration des lignes directrices sur l'infrastructure de chargement. Les résultats de ces projets pourront être adoptés partout au Canada.

Une des initiatives stratégiques indiquées ci-dessous relativement à l'infrastructure de chargement concerne l'inclusion d'une possibilité de charge de 120 V sur un circuit partagé de 15 A et un circuit spécialisé de 20 A. Cette possibilité sera pratique et abordable pour les usagers et permettra d'assurer qu'une bonne partie du réseau électrique existant et des chargeurs aujourd'hui disponibles pourront être utilisés.

#### 5.4.5 Initiatives stratégiques : approvisionnement en électricité et réseau électrique

Le processus d'élaboration de la Feuille de route a permis de déterminer les initiatives stratégiques suivantes concernant l'approvisionnement en électricité et le réseau électrique au Canada :

- Faire des essais d'infrastructure de chargement dans chacune des grandes régions canadiennes, y compris le chargement intelligent et les dispositifs de branchement de véhicules à la maison et au réseau électrique. Recommander des changements et des améliorations, et prendre note des répercussions des chargeurs multiples sur la qualité de l'énergie.
- Estimer l'augmentation de la demande en électricité et en énergie électrique engendrée par les VE à l'échelle nationale et régionale, et ce, sur plusieurs périodes et selon divers niveaux de pénétration du marché, en tenant compte de la diminution de la charge des chauffe-moteur et de la charge supplémentaire due au conditionnement de la batterie. Évaluer la capacité actuelle et future prévue en vue de répondre à cette demande, en tenant compte des ajouts qui seraient nécessaires dans l'infrastructure de production et de distribution.
- Évaluer si des sources d'électricité renouvelables pourront répondre aux besoins des 500 000 VE ou plus proposés d'ici 2018.

## 6. Nouveaux modèles commerciaux et incitatifs pour les VE

### 6.1 Introduction

La Section 3 présente un aperçu des raisons, sociales et environnementales, nous pressant de passer aux VE pour notre transport terrestre. Pour que ces avantages se concrétisent, il faudra établir rapidement des modèles commerciaux et des incitatifs pour contrer les facteurs de marché qui rendent actuellement les VE moins attrayants, d'un point de vue économique, que les véhicules équivalents à moteur à combustion interne. À long terme, les économies d'échelle, la réduction du coût des batteries, l'amélioration du rendement des batteries, et les hausses du prix de l'essence permettront sans doute aux VE de concurrencer directement les véhicules à moteur à combustion interne.

### 6.2 Facteurs de marché négatifs actuels pour lesquels il faudra trouver une solution

Il faudra mettre au point de nouveaux modèles commerciaux et définir des incitatifs à court terme pour s'attaquer aux réalités suivantes de l'économie des VE :

1. **Coût plus élevé des VE.** À court terme, les VE – sans inclure leur batterie – seront plus chers que les véhicules à moteur à combustion interne. Cette situation s'explique parce que les pièces des VE ne sont pas encore produites à grande échelle (voir Section 5.2.2). L'écart de prix diminuera ou disparaîtra lorsque les VE seront produits en nombre suffisant. Certains spécialistes de l'industrie s'attendent à ce que les VE coûtent de 5 à 10 p. 100 de moins que les véhicules à moteur à combustion interne quand ils feront l'objet d'une production en série.
2. **Coût d'achat élevé des batteries.** Acheter une batterie, c'est comme acheter une réserve de carburant à vie à un coût qui peut représenter la moitié du coût du véhicule. L'essence est une dépense de fonctionnement, que l'on fait chaque semaine ou à peu près, alors que la batterie est une dépense d'immobilisation, que l'on fait pour environ une dizaine d'années au moment de l'achat du véhicule.
3. **Le coût des batteries et de l'électricité sur la durée de vie du véhicule est actuellement plus élevé que les coûts en carburant à vie.** On a abordé ce point aux sections 5.1.6 et 5.1.7. L'inconvénient de coût des batteries va vraisemblablement disparaître avec les améliorations au rendement des batteries et leur production en série, et la hausse des prix de l'essence.
4. **La durée de vie de dix ans des batteries au lithium doit être démontrée dans les VE.** Selon des essais en laboratoire au niveau de la pile, les futures batteries au lithium devraient répondre aux besoins de longévité des VE, autant pour ce qui est de leur endurance cyclique que de leur vie utile. Cependant, cela reste à démontrer au niveau du bloc-batterie d'un véhicule. La technologie est trop jeune pour que l'on puisse disposer de données à long terme sur la durée de vie des batteries dans des applications automobiles réelles. C'est pourquoi, ni les fabricants de batterie ni les fabricants d'automobiles ne pourront offrir de garantie à vie sur les batteries sans en augmenter leur taille d'un facteur de deux ou plus, ce qui les rendrait non rentables.
5. **Le prix actuellement bas de l'essence** ne tient pas compte de son coût social ou de sa rareté future et décourage la mise au point d'alternatives comme les VE.

### 6.3 Illustration des facteurs de marché défavorables

Le tableau 4 présente une comparaison des coûts actuels d'un véhicule à moteur à combustion interne et d'un VEB. Le tableau 5 de la page suivante fournit la même comparaison pour l'avenir.

Ces tableaux illustrent la plupart des points présentés à la Section 6.2. Les valeurs des tableaux 4 et 5 sont approximatives, mais suffisamment précises pour les besoins de la comparaison. Elles ont été vérifiées par plusieurs spécialistes de l'industrie. Lorsque les avis des spécialistes divergeaient, une valeur moyenne ou plus conservatrice a été utilisée.

Les lecteurs sont invités à appliquer leurs propres hypothèses à ce modèle très simple. Ils peuvent le faire à la main ou en téléchargeant le modèle Excel disponible à [www.emc-mec.ca](http://www.emc-mec.ca). Pour des raisons de simplicité, la distance annuelle parcourue est la même pour le véhicule à moteur à combustion interne et le VEB. La consommation d'énergie par kilomètre pour les deux véhicules est la même pour le scénario du présent (tableau 4) et le scénario du futur (tableau 5). Les différences par rapport au tableau 4 sont indiquées en italique dans le tableau 5. Les coûts du VEHR se situeraient en général entre ceux d'un véhicule à moteur à combustion interne et ceux du VEB, principalement parce que les batteries des VEHR sont plus petites que celles des VEB.



**Tableau 4. Comparaison entre les coûts actuels d'un véhicule à moteur à combustion interne et ceux d'un VE<sup>16</sup>**

	Véhicule à moteur à combustion interne	Unités	VEB	Unités
<b>Prix initial (sans la batterie pour le VE)</b>	25 000	\$	30 000	\$
<b>Coût de l'énergie</b>	1,00	\$/litre	0,07	\$/kWh
<b>Consommation d'énergie</b>	8,0	litres/100 km	160	Wh/km
<b>Distance annuelle parcourue</b>	20 000	km	20 000	km
<b>Coût annuel en énergie</b>	1 600	\$	224	\$
<b>Coût des batteries</b>			1 000	\$/kWh
<b>Endurance cyclique des batteries</b>			1 500	cycles
<b>Fenêtre maximale d'utilisation de la batterie</b>			80	% de la capacité
<b>Autonomie</b>			120	km
<b>Capacité requise de la batterie</b>			24	kWh
<b>Coût initial de la batterie</b>			24 000	\$
<b>Pleins ou cycles de charge annuels</b>	53	pleins	250	charges
<b>Durée de vie de la batterie en fonction du nombre de cycles de charge</b>			6	ans
<b>Durée de possession du véhicule</b>	8	ans	8	ans
<b>Coût initial du véhicule</b>	25 000	\$	54 000	\$
<b>Coût en immobilisation et en énergie pour 8 ans</b>	37 800	\$	63 792	\$

<sup>16</sup> Les tableaux 4 et 5 ont été préparés par Roger Martin d'Unicell Ltd.

## 6.4 Initiatives stratégiques : modèles commerciaux et incitatifs

Tableau 5. Comparaison entre les coûts futurs d'un véhicule à moteur à combustion interne et ceux d'un VE

	Véhicule à moteur à combustion interne	Unités	VEB	Unités
<i>Prix initial (sans la batterie)</i>	25 000	\$	23 750	\$
<i>Coût de l'énergie</i>	1,50	\$/litre	0,07	\$/kWh
<b>Consommation d'énergie</b>	8	litres/100 km	160	Wh/km
<b>Distance annuelle parcourue</b>	20 000	km	20 000	km
<i>Coût annuel en énergie</i>	2 400	\$	224	\$
<i>Coût des batteries</i>			600	\$/kWh
<i>Endurance cyclique des batteries</i>			2 500	cycles
<b>Fenêtre maximale d'utilisation de la batterie</b>			80	% de la capacité
<b>Autonomie</b>			120	km
<b>Capacité requise de la batterie</b>			24	kWh
<i>Coût initial de la batterie</i>			14 400	\$
<b>Pleins ou cycles de charge annuels</b>	53	pleins	250	charges
<b>Durée de vie de la batterie en fonction du nombre de cycles de charge</b>			10	ans
<b>Durée de possession du véhicule</b>	8	ans	8	ans
<i>Coût initial du véhicule</i>	25 000	\$	38 150	\$
<i>Coût en immobilisation et en énergie pour 8 ans</i>	44 200	\$	39 942	\$

Le processus d'élaboration de la Feuille de route a permis de relever les initiatives stratégiques suivantes concernant les nouveaux modèles commerciaux et les incitatifs pour réduire les aspects actuels peu attrayants des VE :

- Évaluer les répercussions possibles des programmes d'incitatifs pour l'achat de VE sur le taux de pénétration des VE et évaluer les incidences d'une garantie sur les batteries et des programmes de location.
- Estimer les économies anticipées pour les consommateurs pendant la durée de vie des véhicules après le passage des véhicules à moteur à combustion interne aux VE, en prévoyant les changements dans les tarifs d'électricité et le prix des combustibles fossiles. Indiquer les répercussions sur les recettes publiques qui en découleront.
- Évaluer les perspectives des modèles de location de batterie et la viabilité de l'« adaptation » des batteries au Canada.
- Comparer les avantages pour la société et les coûts des moteurs électriques et des moteurs à combustion interne fonctionnant aux combustibles fossiles.

## 7. Nouvelles possibilités d'affaires au Canada pour les VE

Les événements marquants de 2008 ont eu des répercussions importantes sur le secteur automobile canadien. Au Canada, les ventes de véhicules utilitaires légers ont diminué de 20,4 p. 100 durant les quatre premiers mois de 2009 par rapport à la même période en 2008. Cette baisse, aussi alarmante soit-elle, est considérablement inférieure à la chute des ventes de véhicules utilitaires légers de 38,4 p. 100 enregistrée aux États-Unis. La baisse massive du dollar américain a son importance sur l'industrie canadienne, parce que depuis de nombreuses années, la majeure partie de la production automobile canadienne est vendue aux États-Unis.

La chute dramatique des ventes de véhicules neufs – et la diminution correspondante du nombre de kilomètres parcourus – semble être la réponse directe des consommateurs au prix de l'essence, qui augmente en chiffres absolus depuis de nombreuses années et qui a commencé à connaître des variations inhabituelles à la fin de 2007, atteignant des sommets inimaginables au milieu de 2008. Cependant, d'autres facteurs étaient aussi en jeu, notamment les problèmes dans les secteurs américains de l'habitation et des finances. Même si la plupart des économistes accordent à ces autres facteurs une importance de premier ordre pour expliquer la récession économique mondiale, certains donnent un rôle central aux prix élevés de l'essence et à leurs conséquences sur l'industrie automobile.

Ce qui ne fait pas de doute, c'est que la période actuelle compte parmi les plus difficiles qu'a vécues l'industrie automobile nord-américaine. Deux des trois principaux constructeurs en Amérique du Nord ont frôlé la faillite, l'un deux appartenant maintenant majoritairement à l'État et l'autre à son principal syndicat. Le constructeur étranger le plus présent au Canada a rapporté ses toutes premières pertes annuelles. Toutefois, cette période pourrait aussi offrir beaucoup de possibilités.

La présente section commence par un portrait de l'industrie automobile traditionnelle au Canada en 2007. Il s'agit de la plus récente année pour laquelle des données exhaustives sont disponibles. Ces données sont peut-être terriblement désuètes, mais elles donnent néanmoins une idée des ressources du secteur automobile canadien, particulièrement en termes de facteurs humains.

La section se poursuit avec un aperçu de l'industrie bourgeonnante de la mobilité électrique au Canada. Ce secteur, en plus de ce qu'offre le secteur traditionnel de l'automobile, procure au Canada ce que beaucoup de personnes considéreraient comme une longueur d'avance dans la course à la traction électrique.

Les sous-sections qui suivent expliquent comment cette ressource pourrait être utilisée en plus d'indiquer les initiatives stratégiques qu'il faudrait entreprendre.

### 7.1 Industrie automobile du Canada

La présente sous-section est principalement basée sur le matériel disponible dans le site Web d'Industrie Canada concernant l'industrie automobile telle qu'elle était en 2007. L'année 2007 pourrait être la dernière année, pour un certain temps encore, durant laquelle l'industrie a été relativement stable. Peu des données qui suivent peuvent être encore vraies aujourd'hui. Cependant, la situation de l'industrie automobile en 2007 demeure pertinente parce qu'elle montre non seulement de quoi est capable le Canada, mais aussi l'ampleur des ressources humaines, qui pour la majeure partie, pourraient être encore disponibles.

L'industrie canadienne de l'automobile fabrique des véhicules légers (notamment des voitures, des fourgonnettes et des camionnettes), des véhicules lourds (notamment des camions, des autobus urbains et scolaires et des véhicules militaires), en plus de toute une gamme de pièces, de composants et de systèmes pour les véhicules. En complément de ses activités de fabrication, l'industrie compte sur un solide réseau de concessionnaires et de services.

L'industrie canadienne de l'automobile est :

- ➔ la huitième en importance au monde;
- ➔ concurrentielle à l'échelle mondiale, avec une balance commerciale positive;
- ➔ un secteur d'activité important de l'économie canadienne, qui emploie plus d'un demi-million de personnes.

L'industrie jouit d'une réputation mondiale bien étayée sur les plans de l'innovation, de la recherche et du développement, de l'expertise, de la qualité et de la productivité.

Le secteur des véhicules légers :

- compte 12 grandes usines de montage qui produisent des voitures, des mini-fourgonnettes et des camionnettes;
- produit chaque année 2,5 millions de véhicules;
- expédie des produits dont la valeur atteint 53,2 milliards de dollars;
- exporte environ 90 p. 100 de sa production.

Le secteur des véhicules lourds :

- compte 25 usines de montage à volume relativement faible, qui produisent des châssis et des véhicules lourds;
- produit annuellement 74 000 véhicules;
- expédie des produits dont la valeur atteint 6,6 milliards de dollars;
- exporte environ 86 p. 100 de sa production.

Le secteur de la fabrication de pièces et de composants :

- compte plus de 650 établissements, employant 92 000 personnes, qui produisent de l'équipement d'origine et des pièces de rechange, des composants et des systèmes;
- expédie des produits dont la valeur atteint 31,7 milliards de dollars;
- exporte environ 62 p. 100 de sa production.

Le secteur des carrosseries et des remorques de véhicules :

- est constitué de 290 établissements, employant 18 500 personnes, qui fabriquent des carrosseries, des cabines, des remorques de camion et des remorques non commerciales;
- expédie des produits dont la valeur s'élève à 3,9 milliards de dollars;
- exporte environ 29 p. 100 de sa production.

Le réseau de concessionnaires d'automobiles :

- compte plus de 3 000 concessionnaires représentant 25 constructeurs de véhicules;
- emploie environ 170 000 personnes, y compris les distributeurs en gros et les concessionnaires;
- enregistre des ventes au détail de plus de 74,8 milliards de dollars en véhicules neufs.

Le marché secondaire :

- est composé d'entreprises de distribution, de vente au détail et de service, employant plus de 160 000 personnes;
- inclut les ventes de véhicules d'occasion, les magasins de pièces, d'accessoires et de pneus, les entreprises de réparation et d'entretien et les distributeurs en gros de pièces neuves et d'occasion;
- enregistre des ventes au détail de 17,8 milliards de dollars;
- a une capacité de fabrication importante dans l'outillage de garage, le matériel de diagnostic et de réparation, les accessoires, et les produits de performance et d'apparence.

## 7.2 Industrie bourgeonnante de la mobilité électrique du Canada

À l'heure actuelle, les fabricants de VE et leurs fournisseurs ne forment pas un secteur industriel distinct. De nombreux fournisseurs des usines de montage de VE fournissent aussi les usines de montage des véhicules à moteur à combustion interne et font par conséquent partie du secteur automobile global. D'autres fournisseurs de produits et services utilisés pour les VE sont de petites entreprises qui ne produisent pas selon les volumes vus dans l'industrie automobile traditionnelle.

Quoi qu'il en soit, par rapport à sa population, le Canada compte un nombre relativement élevé d'entreprises travaillant exclusivement ou partiellement sur les VE. En 2008, Mobilité électrique Canada a compilé un répertoire des ressources en mobilité électrique au Canada. Ce répertoire contient les listes suivantes :

- 29 constructeurs ou assembleurs de véhicules;

- 25 fabricants de composants pour VE;
- 7 distributeurs de VE;
- 3 intégrateurs/convertisseurs;
- 24 firmes de consultants travaillant pour les VE;
- 5 producteurs d'électricité travaillant à des projets de recherche et développement et à des projets de démonstration sur les VE;
- 22 centres de recherche travaillant à des projets liés aux VE;
- 16 organismes à but non lucratif surveillant les développements dans le milieu des VE et prônant leur utilisation.

Au sein des entreprises et des organisations œuvrant dans le secteur des véhicules à moteur à combustion interne et des VE, le Canada dispose de nombreuses compétences clés dans le vaste domaine de l'électrification du transport, allant des systèmes raccordés au réseau (train léger sur rail) aux VEB. De plus, en tant que chef de file mondial dans la technologie des piles à combustible, le Canada dispose de personnel qualifié dans les domaines du stockage d'énergie, de la gestion d'énergie et des systèmes de commande.

Dans les universités et les entreprises, on compte également une vaste expertise en recherche fondamentale dans le domaine de la mobilité électrique, plus particulièrement dans les secteurs de la mise au point des batteries, des systèmes de gestion de la batterie et de la science des matériaux.

### 7.3 Pont vers le futur

Afin de pouvoir canaliser cette riche expertise en vue d'appuyer une industrie naissante des VE, il faudra coordonner tous les différents aspects de l'industrie des VE au Canada, notamment les liens avec l'industrie des services d'électricité, les stratégies d'investissement, les modèles commerciaux, les technologies, les marchés et les questions d'importance critique comme l'acceptation des consommateurs, la sécurité et les coûts.

La réalisation d'un tel mandat exigera une coordination considérable entre de nombreux organismes, avec l'objectif d'accélérer le recours à toutes les formes de mobilité électrique au Canada par les réseaux de transport publics et privés assurant le transport des gens et des marchandises. Cette coordination devra couvrir chaque aspect du développement de la mobilité électrique. La recherche et l'enseignement devront mettre l'accent sur la commercialisation du transport électrique et l'intégration de la mobilité électrique afin de répondre aux besoins de la société plutôt qu'à ceux de projets de recherche fondamentale. Il en est davantage question à la Section 8.

### 7.4 Possibilités de conversion et de mise à niveau : l'écart

Les possibilités sont nombreuses quant à la conversion des véhicules à moteur à combustion interne en véhicules à traction électrique. Plusieurs entreprises travaillent à de telles conversions et ont déjà cerné bon nombre de clients éventuels de leurs services, surtout au sein des parcs automobiles. La conversion peut se faire des véhicules à moteur à combustion interne aux VEB, ou des véhicules électriques hybrides aux VEHR.

Pour l'instant, il n'existe aucune norme permettant d'assurer que ces conversions sont faites sans compromettre les exigences de sécurité des véhicules d'origine et que les propriétaires et les conducteurs de ces véhicules convertis ne sont pas exposés à des risques inutiles.

L'inspection des véhicules convertis est une responsabilité provinciale ou territoriale. Il faudrait rapidement mettre au point un protocole d'inspection que pourraient adopter les provinces et les territoires afin d'assurer l'application de règlements uniformes dans tout le pays. Ce protocole pourrait également faire partie de programmes de formation obligatoires pour les mécaniciens et les techniciens qui procéderont aux conversions.

Les initiatives actuelles visant à promouvoir les VE aux États-Unis incluent d'importants efforts en ce qui a trait à la conversion des véhicules. Des fonds importants sont consacrés à cette activité, et des normes de sécurité pour encadrer ces conversions sont en cours d'élaboration. Le Canada devrait adopter des règles de sécurité similaires afin de soutenir les nombreuses entreprises qui s'organisent actuellement pour faire ces conversions sur une base commerciale. Le marché initial vise les parcs de véhicules dont les gestionnaires comprennent les avantages économiques et environnementaux des VE, mais dont les véhicules à moteur à combustion interne ont encore devant eux de nombreuses années de vie utile.

## 7.5 Partenariat canadien : le pont

Un débouché digne de mention est devenu de plus en plus évident durant le processus d'élaboration de la Feuille de route : il existe maintenant une possibilité de mettre sur pied un partenariat canadien qui pourrait produire différentes catégories de VE routiers pour usage domestique ou exportation.

L'industrie canadienne possède les compétences de base – depuis une main-d'œuvre qualifiée jusqu'à des installations de production modernes – pour fabriquer un VE de marque canadienne, c'est-à-dire un VE produit en série au Canada par une société ayant son siège social au Canada. L'exploration de ce débouché nécessite la collaboration et le soutien de Mobilité électrique Canada, des paliers supérieurs gouvernementaux et d'autres intervenants.

La nécessité d'une telle initiative menée par des Canadiens a été soulignée à de nombreuses reprises durant les séances de consultation de la Feuille de route. Les conditions favorisant une telle initiative changent rapidement. Pour tirer parti de cette possibilité, les Canadiens doivent envisager, à l'instar du reste de la planète, de passer du moteur à combustion interne à la traction électrique, et donner l'exemple par leur position de force et leur confiance. Un VE de marque canadienne a été considéré comme étant faisable par la plupart – mais pas la totalité – des participants au processus d'élaboration de la Feuille de route, et peut-être même comme une chose nécessaire pour concurrencer la poussée des activités liées aux VE aux États-Unis. Cette poussée pourrait bien mener à des pertes d'emplois massives au Canada si l'industrie canadienne des VE choisissait de rediriger ses énergies afin de poursuivre des activités commerciales dans les secteurs de compétences américains qui sont bien financés.

## 7.6 Électricité : le combustible de l'avenir

À mesure que les VE pénétreront le marché des transports, l'électricité deviendra la « source d'énergie de l'avenir » et offrira de nouveaux débouchés aux services publics canadiens. Comme on l'a déjà mentionné à la Section 5.4, la capacité de production d'électricité proposée pourrait facilement répondre aux besoins de la traction électrique envisagée par la vision de la Feuille de route. Dans la Section 6, on soulignait que de nouveaux modèles commerciaux pourraient être nécessaires en ce qui a trait aux batteries des véhicules, allant de la location à des modèles de prestation de services. Les batteries seront chargées à partir du réseau électrique. C'est pourquoi les services publics pourraient sérieusement envisager la possibilité de devenir des fournisseurs d'énergie pour les VE, notamment grâce à une participation dans la commercialisation des batteries.

De plus, il faudra installer des stations de chargement près des résidences et des édifices publics et commerciaux. Cela présente de nouveaux débouchés pour les services publics, notamment en ce qui a trait à l'installation des technologies nécessaires pour charger les véhicules aux heures de la journée les mieux appropriées et permettre aux conducteurs de charger leurs véhicules peu importe le moment auquel ils se raccordent au réseau. Les propriétaires de maisons auront particulièrement besoin d'aide et de soutien en ce qui a trait au processus d'installation à la maison.

Les services publics canadiens pourraient devoir apporter des modifications à leur mandat sous législation provinciale ou territoriale afin de pouvoir participer à ces débouchés qu'il vaut la peine d'explorer.

## 7.7 Ressources minérales pour les batteries et autres composants de VE

Enfin, le fait que le Canada soit généreusement pourvu en ressources naturelles est d'une grande importance puisque certaines ressources pourraient prendre une valeur bien spéciale dans un monde où la traction électrique sera de plus en plus courante. On a déjà parlé des ressources canadiennes de spodumène, un minéral contenant du lithium. Si les batteries au zinc plutôt qu'au lithium doivent dominer, le Canada sera également bien placé, puisqu'il est au nombre des principaux producteurs mondiaux. Les aimants permanents les plus puissants renferment du néodyme du groupe des terres rares, dont le Canada est en train de devenir un important producteur. Ces minéraux, et de nombreuses autres ressources canadiennes, pourraient servir à une industrie vivante des VE.

Le Canada est déjà le plus grand exportateur de minéraux et de métaux au monde. Une industrie canadienne des VE faciliterait l'expansion des industries minières du Canada et permettrait de garantir un usage au Canada de bon nombre de ses produits.

## 7.8 Initiatives stratégiques : nouveaux débouchés

Dans le cadre du processus d'élaboration de la Feuille de route, on a relevé les initiatives stratégiques suivantes concernant les nouveaux débouchés au Canada associés aux VE :

- Déterminer la faisabilité, les coûts et les avantages de la création d'une marque canadienne de VE aptes à circuler sur les routes. Aussi, déterminer les nouvelles occasions d'affaires pour les services publics canadiens découlant de la croissance de l'industrie des VE.
- Déterminer quels seraient les acheteurs précoces éventuels de VE, en particulier les parcs automobiles, ainsi que la façon de les encourager à devenir des utilisateurs précoces.



## 8. Parcours institutionnels

### 8.1 Objectif et sujet de la présente section

La présente section traite des rôles que peuvent et doivent jouer les institutions publiques relativement à l'avancée de la mobilité électrique au Canada. On entend par institutions publiques les gouvernements, à tous les paliers, et les organismes gouvernementaux concernés par le transport des gens et des marchandises, y compris la production de véhicules et de l'infrastructure nécessaire. On compte aussi parmi ces institutions les endroits où se font la recherche et le développement relativement à ces questions, et les établissements d'éducation et de formation, notamment les établissements d'enseignement de niveau tertiaire comme les universités et les collèges communautaires. La présente section couvre les sujets suivants :

- politiques et initiatives gouvernementales;
- enjeux en matière de réglementation;
- enjeux en matière de ressources humaines;
- sensibilisation et éducation du public;
- recommandations générales aux institutions.

### 8.2 Politiques et initiatives gouvernementales

#### 8.2.1 Importance des politiques et des initiatives gouvernementales

Les gouvernements, à tous les paliers, ont une influence profonde sur les technologies choisies dans les réseaux de transport. Cette influence est le résultat de politiques, de règlements, de codes, de mesures fiscales et d'autres outils utilisés par les gouvernements. L'intérêt planétaire actuel en regard de la mobilité électrique est dans une large mesure une conséquence des actions gouvernementales visant à réduire le recours aux combustibles fossiles et les émissions qui en résultent, à soutenir les technologies nationales prometteuses et à diminuer les coûts du transport.

Étant donné l'intérêt susmentionné à l'égard des VE, il convient de procéder à un examen exhaustif des politiques et des initiatives des institutions publiques canadiennes afin d'assurer qu'elles soutiennent l'avancement et le déploiement de toutes les formes de VE dans l'ensemble du pays. Cet examen devrait permettre de vérifier que les politiques et les initiatives existantes n'entraînent pas d'obstacles involontaires et fournissent les appuis nécessaires pour que les technologies privilégiées puissent prospérer.

#### 8.2.2 Politiques et initiatives gouvernementales au Canada

De nombreux ministères et organismes gouvernementaux de tout le Canada sont concernés de près par les questions liées aux VE. Voici quelques-uns de leurs programmes, initiatives et politiques actuels :

- projets de développement et de recherche menés par les gouvernements, notamment AUTO21, un réseau canadien de centres de recherche privés et publics sur l'automobile, qui investit environ 2 millions de dollars par année dans des travaux de recherche liés aux VE;
- aide gouvernementale destinée aux universités pour de la recherche et des études;
- aide à l'industrie pour des activités de recherche, de développement et de démonstration et autres activités de commercialisation de produits;
- programmes d'incitatifs à l'intention des acheteurs de véhicules dotés de technologies respectueuses de l'environnement;
- normes sur la sécurité des véhicules, l'économie de carburant et les émissions;

- priorités en matière de financement des infrastructures;
- politiques sur l'achat de véhicules;
- codes du bâtiment et de l'électricité;
- réglementation des prix des sources d'énergie;
- mesures fiscales y compris les taxes et les droits.

Dans les programmes et les travaux existants :

- Il y a actuellement un partage de renseignements entre les institutions publiques, mais ce partage doit être accéléré afin de réduire le doublement des efforts et d'éviter les lacunes dans des activités nécessaires.
- Les VE sont rarement mentionnés comme motif à la plupart de ces initiatives, programmes et politiques, à l'exception du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), un programme fédéral interministériel administré par Ressources naturelles Canada dont il est question ci-dessous.

Il existe des initiatives, des programmes et des politiques qui sont encourageants, y compris ce qui suit :

- Des incitatifs financiers provinciaux pour les acheteurs de VE. Ces mesures s'appliquent aux véhicules personnels seulement, à l'exception du Programme de promotion des véhicules utilitaires écologiques de l'Ontario.
- Le PRDE consacre des ressources aux initiatives de recherche et développement menées par les gouvernements et l'industrie relativement aux VE. L'industrie a apporté une aide considérable à l'organisation de ce programme.
- Partenariat automobile du Canada (PAC), une initiative de cinq ans du gouvernement fédéral annoncée le 17 avril 2009 et dotée d'une enveloppe de 145 millions de dollars. L'initiative a pour but d'appuyer des activités de recherche et développement coopératives importantes et complémentaires qui auront des retombées sur l'industrie canadienne de l'automobile, grâce à des partenariats entre l'industrie et les universités ou le Conseil national de recherches du Canada. « Tous les projets ou programmes de recherche financés par le PAC *doivent être dictés par les besoins de l'industrie*, qui doit y participer et y collaborer de façon active. L'accent est mis sur les propositions visant une transformation. » Dans la mesure où l'on considère que la fabrication des VE fait partie de l'industrie automobile canadienne, il semble que cette initiative ait des critères d'admissibilité qui s'harmonisent parfaitement aux avantages des VE.
- Initiatives locales à Vancouver, à Toronto, à Montréal, à Québec et à Saint-Jérôme, où des règlements et autres instruments politiques soutiennent les VE et leur infrastructure. Ces initiatives sont relativement peu nombreuses par rapport aux initiatives de ce type menées ailleurs dans le monde.
- Il existe quelques projets de démonstration sur les VEHR et autres VE menés ou appuyés par des organismes provinciaux.
- Établissement de laboratoires de diagnostic pour tester dans les établissements universitaires les batteries et les différents types de VE et accès à ces laboratoires offert au secteur privé.

### 8.2.3 Recherche et développement sur les VE au Canada

Les gouvernements, surtout au niveau fédéral, provincial et territorial, soutiennent de nombreux programmes qui financent des projets de recherche et développement sur plusieurs aspects liés aux VE. Ces programmes visent à soutenir éventuellement la croissance de l'industrie. Plusieurs questions stratégiques devront être résolues pour leur exécution.

De nombreux programmes de recherche et développement financent des travaux menés dans les universités. À l'exception de AUTO21 et du Partenariat automobile du Canada, l'industrie joue un rôle secondaire dans l'établissement des projets, de leurs calendriers et de leurs résultats. La recherche fondamentale et appliquée est de grande qualité et a un potentiel d'utilité élevé, mais un projet de trois ou quatre ans peut être d'une utilité limitée pour l'industrie, à moins qu'il ne porte sur une priorité de l'industrie et ne soit mené en collaboration avec des partenaires de l'industrie.

- Les projets financés par les universités sont nombreux et diversifiés afin de répondre à autant de besoins que possible. Cela disperse les fonds disponibles, et les travaux ne sont souvent pas assez concentrés dans un secteur pour être vraiment efficaces et utiles à court terme.
- Il faudra au Canada soutenir davantage les activités de commercialisation, et surtout aider les PME et les grandes entreprises à commercialiser des technologies évoluées afin d'aider le Canada à prendre une position de tête en matière de véhicules électriques et de technologies connexes.

L'industrie a besoin de déterminer ses priorités relativement à l'affectation des fonds de recherche et développement et des fonds réservés à d'autres activités préalables à la commercialisation. (Le programme annoncé récemment, Partenariat automobile du Canada, pourrait contribuer à résoudre certaines de ces questions.)

### 8.2.4 Situation du Canada par rapport à ce qui se fait ailleurs

L'annexe E présente un bref aperçu des politiques et des initiatives gouvernementales entreprises ailleurs dans le monde.

Le monde se dirige rapidement vers l'adoption des VE comme principale solution à plusieurs des problèmes du transport, principalement la nécessité de réduire la consommation de combustibles fossiles pour des raisons économiques, environnementales et de sécurité. Le Canada a plusieurs avantages, comme on l'a déjà mentionné, qui pourraient stimuler l'adoption de programmes et politiques solides et progressistes appuyant les VE de toutes formes pour le transport des gens et des marchandises. Ces avantages incluent une main-d'œuvre qualifiée, une électricité produite principalement à partir de sources renouvelables et la possibilité d'en produire encore plus, un réseau électrique déjà établi et fiable, et un grand nombre de propriétaires de véhicules personnels et de parcs qui veulent des véhicules plus éconergétiques.

### 8.2.5 Initiatives stratégiques : politiques et initiatives gouvernementales

Le processus d'élaboration de la Feuille de route a relevé les initiatives stratégiques suivantes concernant les politiques et les initiatives gouvernementales :

- Recenser et évaluer les défis que posent pour l'industrie canadienne des VE l'*American Recovery and Reinvestment Act* de 2009 et les autres mesures semblables, ainsi que les possibilités qu'elles offrent.

## 8.3 Questions liées à la réglementation

### 8.3.1 Importance des règlements gouvernementaux

Les règlements gouvernementaux fournissent un soutien essentiel à tous les modes de transport. Ils précisent les caractéristiques de sécurité des véhicules, leurs émissions attendues, comment ils doivent être utilisés et par qui. Les règlements s'appliquent à tous les véhicules, depuis leur production jusqu'à leur élimination.

Les règlements sont régulièrement mis à jour afin de tenir compte des technologies disponibles et des besoins de la société. Ils précisent souvent des normes particulières à respecter. Les partisans de changements aux règlements peuvent faire partie des gouvernements, mais ils représentent souvent des groupes de l'industrie investis d'un mandat reflétant les besoins de leurs membres.

Avec l'intérêt croissant à l'égard des VE, il faudra adopter des mesures afin d'assurer la mise à jour des règlements afin de permettre le développement de nouvelles technologies pour les VE.

### 8.3.2 Règlements fédéraux

La Section 5.3.5 du présent document fait état des normes fédérales qui s'appliquent à l'industrie des véhicules. Elles ont été élaborées pour une industrie automobile produisant des véhicules à moteur à combustion interne. À mesure que de nouvelles technologies seront mises au point, il faudra revoir ces normes afin de déterminer s'il existe des moyens meilleurs et plus sûrs d'atteindre le rendement escompté.

Les règlements fédéraux régissent pour la plupart la façon dont est construit un véhicule. Ils sont habituellement en harmonie avec ceux des États-Unis, et montrent à quel point l'industrie de l'automobile est bien intégrée.

Les règlements fédéraux concernent également l'infrastructure liée aux VE. Ils fournissent les codes du bâtiment, les codes de l'électricité et les normes environnementales nécessaires relativement à la production d'énergie et autres caractéristiques.

### 8.3.3 Règlements provinciaux et territoriaux

Une fois qu'un véhicule est construit ou importé conformément aux règlements fédéraux, son fonctionnement de tous les jours est largement régi par des règlements provinciaux ou territoriaux. Ces règlements permettent d'assurer que l'entretien, les réparations et les modifications n'enfreignent pas les règles de sécurité ou autres exigences de la réglementation fédérale. Les règlements provinciaux et territoriaux précisent également les contraintes opérationnelles des véhicules, notamment les limites de vitesse et les heures d'utilisation. Ils concernent aussi l'infrastructure.

Les règlements provinciaux et territoriaux abordent les questions de sécurité au travail, une question importante pour ceux qui travaillent sur les VE et pour les premiers intervenants en cas d'urgence.

### 8.3.4 Règlements municipaux

Les règlements municipaux sont habituellement des règlements administratifs visant les codes du bâtiment, les codes de l'électricité et la circulation. Cette réglementation sur la circulation – encadrée par des règlements provinciaux et territoriaux – inclut des restrictions concernant l'utilisation de certains véhicules sur certaines routes à des heures spécifiques de la journée.

### 8.3.5 Nécessité d'une harmonie interjuridictionnelle

L'industrie de la fabrication d'automobiles au Canada est étroitement intégrée à celle des États-Unis, bon nombre d'entreprises faisant des affaires dans les deux pays, à partir d'un ou de plusieurs emplacements. Il peut s'agir d'assembleurs de véhicules et de fabricants de composants et de logiciels utilisés dans les véhicules modernes. Les normes et autres règlements adoptés au Canada doivent être en harmonie avec ceux des États-Unis. C'est là l'objectif des organes de réglementation canadiens en ce qui concerne les normes de sécurité des véhicules, où l'harmonisation est très avancée. Il faudra tenir compte de facteurs similaires en ce qui a trait aux normes sur l'infrastructure de chargement. Les exceptions à cette règle d'harmonisation devraient être rares.

Tableau 6. Stratégie visant à favoriser l'utilisation des véhicules électriques dans les villes<sup>17</sup>

Intervenants	Outils nécessaires
<b>Chefs de projet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Établir : <ul style="list-style-type: none"> <li>→ un plan sur l'infrastructure publique de chargement;</li> <li>→ un plan de mesures incitatives locales et provinciales;</li> <li>→ un plan de commercialisation et de sensibilisation.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Gouvernement fédéral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Offrir un crédit d'impôt aux acheteurs de véhicules électriques semblable à ce qui se fait aux États-Unis : 2 500 \$ au moins pour un véhicule avec une batterie de 4 KWh avec un crédit supplémentaire de 417 \$ pour chaque KWh de plus de capacité jusqu'à concurrence de 7 500 \$.</li> <li>Offrir un crédit d'impôt pour l'installation de l'équipement de chargement à la maison, sur les lieux de travail et dans les édifices publics allant jusqu'à 3 000 \$ par maison ou 30 000 \$ par site doté d'au moins dix connecteurs de chargement (conformes aux normes SAE J1772 niveau 2 [240 V] et J2836).</li> <li>Éliminer la TPS sur l'achat de véhicules électriques.</li> <li>Financer l'achat de parcs de véhicules gouvernementaux (300 véhicules).</li> </ul>
<b>Gouvernements provinciaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Offrir un crédit d'impôt pour les véhicules électriques : &gt;2 500 \$ pour un véhicule avec une batterie de 16 KWh (incitatif proportionnel à la capacité de charge de la batterie).</li> <li>Offrir un crédit d'impôt pour l'installation de l'équipement de chargement à la maison, sur les lieux de travail et dans les édifices publics allant jusqu'à 3 000 \$ par maison ou 30 000 \$ par site doté d'au moins dix connecteurs de chargement (conformes aux normes SAE J1772 niveau 2 [240 V] et J2836).</li> <li>Éliminer la taxe de vente sur l'achat de véhicules.</li> <li>S'engager à acheter des parcs de véhicules gouvernementaux (100 véhicules).</li> </ul>
<b>Villes/Municipalités/Organisations de villes vertes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De concert avec les provinces, offrir des incitatifs aux acheteurs de véhicules, ainsi que pour l'achat et l'installation de l'équipement de chargement.</li> <li>Installer des lieux de chargement publics dans des endroits clés (30 centres de distribution conformes aux normes SAE J1772 niveau 2 [240 V] et J2836).</li> <li>Établir des places de stationnement et des sites de chargement gratuits (idéalement sous terre ou dans des endroits fermés – éviter les emplacements extérieurs).</li> <li>S'engager à acheter des parcs de véhicules municipaux (25 véhicules de service).</li> </ul>
<b>Ministères des transports</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Offrir des voies réservées aux véhicules à occupation multiple (VOM) pour les véhicules électriques.</li> <li>Éliminer les frais d'immatriculation et de permis de conduire pour les véhicules électriques.</li> </ul>
<b>Responsables des permis et des codes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Préparer l'installation facile et rapide de l'équipement de chargement résidentiel et public.</li> <li>S'assurer que les constructions neuves, les codes du bâtiment et les projets de rénovation d'envergure intègrent un équipement de chargement pour véhicules de 240 V.</li> </ul>
<b>Services publics (municipaux et régionaux)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Offrir des incitatifs et des services pour les installations de chargement résidentielles et commerciales (p. ex., offrir une installation gratuite ou à faible coût financée au moyen d'une facturation mensuelle).</li> <li>Offrir un chargement gratuit ou à faible coût (3 à 4 cents/KWh en dehors de la période de pointe).</li> <li>Offrir des possibilités de production d'électricité renouvelable « verte ».</li> <li>S'engager à acheter des parcs de véhicules (15 véhicules de service).</li> </ul>

17 Le tableau 6 (version anglaise) a été fourni par General Motors du Canada Ltée

Intervenants	Outils nécessaires
<b>Gros employeurs locaux (et acheteurs précoces)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offrir aux employés des places de chargement au travail (25 stationnements/places de chargement) et des incitatifs à l'achat d'un véhicule (1 000 \$ supplémentaire par véhicule)</li> <li>• S'engager à acheter des parcs de véhicules (20 véhicules).</li> </ul>
<b>Universités</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offrir des places de chargement sur le campus et des places de stationnement gratuites (10 places réservées au chargement).</li> <li>• Financer l'achat de parcs de véhicules pour les universités (5 véhicules de service).</li> </ul>

### 8.3.6 Lacunes actuelles concernant la réglementation

La renaissance des VE est un phénomène récent. Les règlements actuels sont représentatifs des technologies, des processus de fabrication et des protocoles d'exploitation qui s'appliquent aux véhicules à moteur à combustion interne. La plupart de ces règlements peuvent également s'appliquer aux VE, sauf pour quelques règlements qui nécessitent une attention immédiate.

Le tableau 6 illustre le point de vue d'un acteur de premier plan de l'industrie automobile quant aux besoins en matière de réglementation pour les VE. Bien que la liste des intervenants et des tâches à entreprendre semble longue – ce n'est qu'un plan sommaire – il faudrait s'y attaquer immédiatement afin d'assurer que les exigences réglementaires nécessaires sont en place dans le but de faciliter l'adoption rapide des VE au Canada.

### 8.3.7 Initiatives stratégiques : enjeux en matière de réglementation

Le processus d'élaboration de la Feuille de route a permis de déterminer les initiatives stratégiques suivantes concernant les enjeux en matière de réglementation :

- Passer en revue les règlements nationaux, provinciaux et territoriaux et municipaux qui ont des incidences sur la fabrication et l'utilisation des VE au Canada. S'assurer que la réglementation favorise la mise au point des VE sans faire de compromis sur le plan de la sécurité et autres sujets de préoccupation.
- Assurer l'harmonisation des normes et des pratiques nord-américaines relativement à l'intégration des composants des VE, y compris les interfaces de chargeurs.
- Élaborer des normes harmonisées pour la conversion des véhicules usagés en véhicules à traction électrique.
- Modifier les codes du bâtiment et les autres règlements afin d'exiger d'inclure au moins les éléments de base des prises de chargement des VE dans tous les bâtiments neufs. Fournir des modèles de codes et de règlements.
- Élaborer des plans d'action menant à l'implantation d'une infrastructure opérationnelle fondée sur les pratiques exemplaires.

## 8.4 Enjeux en matière de ressources humaines

### 8.4.1 Importances des enjeux en matière de ressources humaines

Les humains demeurent essentiels à la fabrication, à la réparation et à l'entretien de tous les véhicules, et ce malgré l'utilisation extensive de robots et d'équipement d'essai doté de logiciels de haute technicité, et malgré la mécanisation du montage, de l'entretien et de la réparation des véhicules. Le rôle de premier plan joué par le Canada dans l'industrie automobile lui a permis de se doter d'une main-d'œuvre qualifiée pour le montage et l'entretien des véhicules. Cette main-d'œuvre profite des programmes d'enseignement offerts à tous les échelons et de formation en milieu de travail. L'éducation et la formation sont l'affaire d'organismes fédéraux, provinciaux et territoriaux et du secteur privé. Les programmes ont évolué au cours des ans afin de répondre aux besoins particuliers des véhicules à moteur à combustion interne. Ces programmes doivent être rafraîchis afin de tenir compte de l'arrivée des VE sur le marché.

### 8.4.2 Situation actuelle relativement aux enjeux en matière de ressources humaines

Les véhicules à moteur à combustion interne et les VE ont beaucoup en commun pour ce qui est des pièces et des procédés de fabrication. Cependant, les différences sont importantes et nécessitent de nouvelles compétences chez les employés travaillant au montage, à la réparation et à l'entretien des véhicules. Les compétences les plus importantes concernent la manipulation sûre des blocs-batteries à haute tension. Durant le processus de consultation ayant mené au présent rapport, les questions suivantes ont été soulevées.

- Il n'y a pas suffisamment de programmes de formation et d'éducation axés sur les VE au Canada.
- Au niveau professionnel, les programmes liés à l'automobile doivent envisager l'électrification, malgré un virage rapide vers l'informatisation et les tendances « prêt-à-brancher » dans le domaine de l'électronique automobile.
- Les collèges communautaires offrent en général des modules de formation parrainés par l'industrie, et ces modules ne traitent pas encore des VE, et pas même des hybrides.
- Les universités doivent diriger les étudiants vers les emplois très rémunérateurs qu'offrira l'industrie des VE et offrir de la formation sur les nouveaux modèles commerciaux, la technologie des batteries, la chimie et la physique connexes, la technologie des systèmes d'alimentation, les processus de fabrication et autres disciplines nécessaires à l'avancement des VE.
- L'éducation est surtout une responsabilité provinciale et territoriale, mais il existe peu de preuves d'un échange entre provinces et territoires de nouvelles matières afin de répondre aux nouvelles questions relatives aux VE.
- Le Conseil des ressources humaines de l'automobile (CRHA) a récemment publié une demande de propositions en vue d'une étude visant à définir les normes d'emploi pour « l'industrie automobile de demain ». Cette demande de propositions ne fait aucunement référence aux tendances en matière de VE.
- Un projet similaire a été récemment annoncé par le Conseil du Service d'entretien et de réparation automobiles du Canada (CARS), à la recherche de services de formation axés sur l'acquisition de nouvelles compétences. Comme dans le cas du CRHA, la demande de propositions du CARS semblait privilégier une approche classique.
- Les universités canadiennes offrent de bons programmes dans les domaines de la science des matériaux, mais peu sur la technologie des batteries.
- Les intervenants en cas d'urgence ont besoin de formation sur les VE afin d'assurer qu'ils accomplissent leurs tâches de façon sécuritaire et opportune. Ils doivent apprendre comment agir avec les batteries à haute tension et l'électricité circulant à l'intérieur des véhicules afin de pouvoir dégager les victimes d'accidents en toute sécurité.

### 8.4.3 Lacunes actuelles concernant les ressources humaines

Il y a un urgent besoin de procéder à un examen national des programmes de formation, des programmes de stage et des programmes d'enseignement utilisés dans les écoles secondaires, les collèges et les universités. La plupart de ces programmes sont de compétence provinciale et territoriale, mais il importe que les efforts en vue de préparer les Canadiens au passage aux VE soient harmonisés dans tout le Canada. Ces programmes doivent également tirer parti du nouveau matériel de formation élaboré aux États-Unis.

### 8.4.4 Initiatives stratégiques : enjeux en matière de ressources humaines

The Roadmap process identified these strategic initiatives concerning human resource issues:

- Le processus d'élaboration de la Feuille de route a permis de déterminer les initiatives stratégiques suivantes concernant les enjeux en matière de ressources humaines :
  - des cours techniques sur la réparation, le service et l'entretien des VE, ainsi que sur la conversion des véhicules à moteur à combustion interne en VE;
  - des cours pour aider les diplômés universitaires et collégiaux à dénicher un emploi parmi les postes bien rémunérés de l'industrie émergente des VE, dans des secteurs comme la technologie des batteries, la technologie des systèmes d'alimentation, l'électronique de puissance, les procédés de fabrication et l'élaboration de nouveaux modèles commerciaux.



## 8.5 Sensibilisation et éducation du public

### 8.5.1 Importance de la sensibilisation et de l'éducation du public

Comme on l'a montré à la Section 4, les acheteurs potentiels de VE ont besoin de plus d'information pour prendre des décisions éclairées. Malgré tous les efforts de l'industrie et des gouvernements dans la promotion des VE, les individus, les entreprises et les organismes qui achètent ces véhicules manquent d'information sur les technologies disponibles.

### 8.5.2 Situation actuelle concernant la sensibilisation et l'éducation du public

Selon ce qui a été dit à la Section 4, les Canadiens :

- sont en général confus quant aux différents types de VE maintenant disponibles ou bientôt disponibles;
- ne comprennent pas que bon nombre des avantages des VE se concrétisent à long terme;
- sont favorables à l'achat de VE, mais pourraient prendre de mauvaises décisions d'achat s'ils ne sont pas mieux informés;
- ne peuvent se fier aux vendeurs de véhicules pour obtenir un point de vue objectif concernant les différents types de VE et une comparaison fiable avec les véhicules à moteur à combustion interne.

### 8.5.3 Les décideurs ont besoin d'information

Le besoin d'information sur les VE vaut également pour les décideurs chargés de prendre de difficiles décisions stratégiques dans bon nombre de secteurs concernant l'avancement des VE. Les décideurs ont besoin de renseignements sur les technologies et leurs avantages, et les interventions requises pour les mettre en œuvre.

### 8.5.4 Lacunes actuelles concernant la sensibilisation et l'éducation du public

Des programmes d'éducation et de sensibilisation sont nécessaires pour s'attaquer aux questions indiquées à la Section 7.7.2 qui précède. Ces programmes doivent tenir compte des points de vue de l'industrie des VE, des maisons d'enseignement et des spécialistes de la commercialisation. Ils doivent être offerts sur Internet et par d'autres médias perçus comme étant crédibles et impartiaux.

### 8.5.5 Initiative stratégique : sensibilisation et éducation du public

Le processus d'élaboration de la Feuille de route a permis de déterminer l'initiative stratégique suivante concernant la sensibilisation et l'éducation du public :

- Élaborer des programmes éducatifs et de relations publiques afin d'accroître la sensibilisation à l'échelle du Canada quant aux avantages des VE et des technologies associées

## 8.6 Mise en œuvre

### 8.6.1 Comité de mise en œuvre de la Feuille de route

La mise en œuvre de la présente Feuille de route nécessitera que l'on mette la priorité sur le gouvernement et l'industrie. Une des façons d'y arriver serait de reformer le Comité directeur de la *Feuille de route du Canada sur la technologie des véhicules électriques* pour lui donner le nom de Comité de mise en œuvre de la Feuille de route, en apportant des changements à sa composition selon les besoins pour qu'il puisse remplir son mandat.

Le mandat du Comité serait de voir à la mise en œuvre des recommandations de la Feuille de route, notamment dans les domaines de la recherche, du développement et des démonstrations, des codes, des normes et de la sécurité, des incitatifs et de la réglementation, des études et des évaluations, de l'éducation et de la formation, y compris les services techniques.



### 8.6.2 Institut du transport électrique

La Section 7 résume la situation actuelle de l'industrie automobile du Canada et souligne ses forces relativement à la mobilité électrique. Au sein des entreprises et organisations concernées par les véhicules à moteur à combustion interne et les VE, le Canada dispose de nombreuses compétences clés dans le vaste domaine de l'électrification du transport, depuis les systèmes raccordés au réseau jusqu'aux VEB. De plus, en tant que chef de file mondial dans la technologie des piles à combustible, le Canada dispose de personnel qualifié dans les domaines du stockage d'énergie, de la gestion d'énergie et des systèmes de commande.

On compte également une vaste expertise en recherche fondamentale dans le domaine de la mobilité électrique, plus particulièrement dans les secteurs de la mise au point des batteries, des systèmes de gestion de la batterie et de la science des matériaux.

Afin de pouvoir canaliser cette riche expertise à l'appui d'une industrie naissante des VE, il faudra coordonner tous les différents aspects de l'industrie des VE au Canada, notamment les préoccupations liées aux services d'électricité, les stratégies d'investissement, les modèles commerciaux, les technologies, les marchés et les questions d'importance critique comme l'acceptation des consommateurs, la sécurité et les coûts. La réalisation d'un tel mandat exigera une coordination considérable entre de nombreux organismes, avec l'objectif d'accélérer le recours à toutes les formes de mobilité électrique au Canada, notamment par les réseaux publics et privés de transport assurant le déplacement des personnes et des marchandises.

L'industrie pense que l'établissement d'un institut du transport électrique serait un bon moyen de soutenir cette coordination. Cet institut pourrait être un organisme autonome ou un organisme logé au sein d'une université ou autre établissement d'enseignement. Dans un cas comme dans l'autre, son programme, ses échéanciers et son rythme de réalisation seront largement déterminés par l'industrie.

### 8.6.3 Initiative stratégique : mise en œuvre

Le processus d'élaboration de la Feuille de route a permis de recenser l'initiative stratégique suivante concernant sa mise en œuvre :

Évaluer le bien-fondé et élaborer le mandat d'un institut du transport électrique qui sera voué à la recherche et au développement des VE au Canada, ainsi qu'aux autres activités nécessaires pour généraliser l'utilisation des VE.

## 9. La route à suivre

En plus des initiatives stratégiques relevées durant le processus d'élaboration de la Feuille de route et énoncées dans les sections 5 à 8, le processus a donné naissance à trois recommandations destinées aux gouvernements, à l'industrie et aux autres parties intéressées.

1. Faire rapidement des investissements considérables en vue de la mise au point et de la fabrication au Canada de VE et de dispositifs de stockage d'énergie afin de mettre à profit la présence déjà solide du Canada dans ces industries.
2. Songer à bonifier les mécanismes fédéraux, provinciaux et territoriaux afin de promouvoir la mise au point des VE, leur acceptation par la population et leur approvisionnement en vue d'une utilisation personnelle ou commerciale, ainsi que la mise en place de l'infrastructure de chargement.
3. Reconstituer le Comité directeur comme Comité de mise en œuvre de la Feuille de route, avec le mandat de mettre en place les initiatives stratégiques mises de l'avant dans ladite Feuille de route.

Le Comité de mise en œuvre de la Feuille de route sera, du moins au début, le principal responsable des progrès accomplis relativement à la mise en œuvre des initiatives stratégiques déterminées dans la Feuille de route. La présente section fournit une orientation à ce Comité.

La mission du Comité de mise en œuvre de la Feuille de route devrait être de s'assurer qu'en 2018, les Canadiens seront en mesure de se déplacer, et de transporter leurs biens, d'une manière confortable, pratique et efficace, et que cela sera fait dans les meilleurs intérêts de l'économie canadienne. Le Comité sera également chargé d'aider à la concrétisation des objectifs suivants :

- i) que des véhicules électriques faits au Canada puissent être offerts sur le marché;
- ii) que les gens achètent ces véhicules.

La réalisation de ces objectifs dépendra avant tout des améliorations apportées au stockage d'énergie, qui à leur tour dépendront de notre capacité à faire le meilleur usage possible des ressources offertes au Canada dans ce domaine, et à accroître ces ressources. Pour que ces objectifs se concrétisent, il faudra aussi offrir des incitatifs durant la période d'expansion du marché des véhicules électriques, jusqu'au moment où les économies d'échelle réalisées rendront ces véhicules concurrentiels.

Voici également deux autres questions que le Comité devrait prendre en considération :

- i) s'assurer qu'au niveau de ses institutions, le Canada soit prêt à accueillir la traction électrique, grâce à la mise en place de normes et de lignes directrices appropriées et d'une main-d'œuvre suffisamment qualifiée;
- ii) s'assurer de l'entière collaboration des provinces et des États-Unis en ce qui a trait aux normes et à l'échange de renseignements techniques.

Le Comité de mise en œuvre devra aussi travailler à favoriser la sensibilisation du public à l'importance de la traction électrique.

Enfin, le Comité de mise en œuvre doit tenir compte de la portée limitée de la présente Feuille de route et, après une consultation adéquate, chercher à initier d'autres feuilles de route dans les autres domaines de la traction électrique.

## Annexe A : Résultats du sondage mené par Pollution Probe et Environics

La présente annexe reproduit en entier les principales constatations du rapport publié par Pollution Probe et Environics, *Canadians' Perceptions of Electric Vehicle Technology*, dont on a traité brièvement à la Section 4.1.

### Perceptions des Canadiens : sensibilisation à la technologie des véhicules électriques

- Près de neuf Canadiens sur dix ont vu ou entendu quelque chose à propos des véhicules alimentés entièrement ou en partie à l'électricité, le degré de sensibilisation étant un peu plus élevé en Ontario et dans l'ouest du Canada que dans l'est.
- Les Canadiens ont une impression à la fois positive et négative des véhicules électriques. Les avantages environnementaux (du côté positif) et les problèmes d'autonomie et de batterie/chargement (du côté négatif) émergent comme principales perceptions.
- Relativement peu de Canadiens affirment être familiers avec les véhicules électriques. Ils sont un peu plus susceptibles de connaître comment ces véhicules se comparent aux véhicules traditionnels que la technologie ou les plans en vue de leur introduction. Les Canadiens plus jeunes, les hommes et les personnes vivant dans les régions urbaines sont plus nombreux à indiquer connaître les véhicules électriques.
- À l'exception de la Prius, les Canadiens sont en général incapables de nommer des véhicules alimentés à l'électricité qui circulent actuellement sur les routes.
- La sensibilisation aux véhicules hybrides est en général élevée; plus de huit Canadiens sur dix les connaissent, les hommes et les jeunes conducteurs étant les plus susceptibles d'indiquer connaître ces véhicules.
- Parmi ceux qui ne possèdent pas actuellement un véhicule hybride, seulement un peu plus du quart ont une quelconque expérience avec ces véhicules, soit une expérience sur le terrain (parce qu'ils en ont conduit un) ou, plus souvent, parce qu'ils connaissent quelqu'un qui en possède un ou en a conduit un.
- Ceux qui ont envisagé acheter un véhicule hybride citent les avantages environnementaux, l'économie de carburant et la réduction des coûts (presque de façon égale) comme étant les raisons pour lesquelles ils ont songé à ce véhicule. Ceux qui ont acheté un véhicule hybride citent en général ces mêmes facteurs, mais les avantages environnementaux sont mentionnés deux fois plus souvent que l'économie de carburant ou la réduction des coûts.
- Le coût d'achat est de loin le plus gros obstacle cité par les conducteurs qui ont envisagé (mais ne l'ont pas fait) acheté un véhicule hybride.
- Il y a beaucoup de confusion quant aux types de véhicules hybrides offerts actuellement : un peu plus de la moitié de ceux qui ont entendu parler des véhicules hybrides pensent que les véhicules actuellement offerts sont des « véhicules fonctionnant à l'essence munis d'un moteur électrique pour avoir plus de puissance lorsque c'est nécessaire ». Une proportion égale pense que des véhicules hybrides rechargeables sont actuellement offerts. Environ quatre personnes sur dix parmi ceux qui ont entendu parler des véhicules hybrides pensent que des véhicules électriques à batterie sont actuellement offerts.
- L'économie de carburant et, dans une moindre mesure, la réduction des coûts et des émissions sont vus comme les principaux avantages des véhicules hybrides parmi ceux qui ont entendu parler de ces véhicules. Cependant, environ la moitié des Canadiens ne peuvent nommer un seul des inconvénients de ces véhicules; environ une personne sur dix cite l'autonomie et le prix d'achat comme inconvénients.
- La sensibilisation à la technologie des véhicules électriques, incluant les types de véhicules actuels, est similaire parmi la plupart des segments de conducteurs.

## Perceptions des Canadiens : véhicules hybrides y compris les véhicules hybrides rechargeables

- Six Canadiens sur dix sont au moins quelque peu intéressés à acheter un VEHR, une fois que ces derniers seront offerts sur le marché. L'intérêt est plus prononcé dans les régions urbaines et augmente avec le niveau de scolarité et de familiarité avec les véhicules hybrides actuels et la technologie des véhicules électriques en général. L'intérêt est similaire pour ce qui est de conduire un véhicule hybride comme voiture de location. L'intérêt à l'égard des VEHR est uniforme pour de nombreux segments d'habitudes de conduite et selon le type de véhicule que possèdent actuellement les répondants, mais l'intérêt est plus prononcé parmi ceux qui sont le plus familiers avec les questions d'économie de carburant et de pollution, et parmi ceux qui considèrent que ces questions sont importantes dans le choix d'un véhicule.
- Comme pour ce qui est des avantages perçus des véhicules fonctionnant à l'électricité, plus de neuf Canadiens sur dix classent la réduction des effets environnementaux, la réduction de la dépendance à l'essence, et les économies sur les coûts de fonctionnement comme des raisons importantes pour envisager l'achat d'un VEHR. Conduire un véhicule doté d'une technologie plus évoluée est perçu comme une raison moins importante, alors que « prendre position personnellement » est relativement peu important (même si cette raison est perçue comme étant importante par environ quatre personnes sur dix).
- La fiabilité des véhicules et les coûts d'entretien et de fonctionnement sont perçus comme les principaux obstacles à l'achat d'un VEHR, avec plus de six Canadiens sur dix considérant qu'il s'agit là de raisons très importantes pour ne pas acheter un VEHR. Le prix d'achat et l'accès limité aux stations de chargement constituent également d'importantes préoccupations.
- Même si l'absence d'accès à des prises électriques pour le chargement des véhicules à la maison ne constitue pas un obstacle de taille dans l'ensemble, cette question préoccupe davantage ceux qui vivent dans un centre urbain. De plus, quatre Canadiens sur dix parmi ceux qui n'ont actuellement pas facilement accès à une prise indiquent qu'il serait difficile d'en installer une. Le manque d'accès à une prise électrique au travail est un facteur beaucoup plus important, surtout dans l'est du pays.
- Une faible majorité de ceux qui manifestent un certain intérêt à acheter un VEHR seraient prêts à payer un supplément de 10 p. 100, alors qu'une personne sur cinq serait prête à payer un supplément de plus de 10 p. 100.
- Quand on demande à ceux qui ne sont pas intéressés à acheter un VEHR de classer un certain nombre d'incitatifs éventuels, l'appui est plus marqué pour une garantie de la batterie de 10 ans/160 000 km, avec un peu plus de quatre Canadiens sur dix qui indiquent qu'avec cet indicatif, ils seraient plus susceptibles d'envisager l'achat d'un tel véhicule. Un remboursement de taxe de 2 500 \$ et le chargement gratuit de la batterie dans la communauté constituent également de solides incitatifs.

## Perceptions des Canadiens : véhicules électriques à batterie

- On connaît ou comprend peu les véhicules électriques à batterie (VEB). La plupart des gens sont incapables de nommer des exemples de ce type de véhicules et sont peu familiers avec la technologie. Ils ne comprennent pas la plupart des principales différences entre les moteurs électriques et les moteurs à combustion interne (pas de système d'échappement ou de transmission, moins d'entretien requis).
- Ainsi, on comprend peu le type de batterie requis dans un tel véhicule. Outre le fait que la batterie serait de grande dimension et dispendieuse, on ne sait pas grand-chose d'autre.
- La perception la plus généralisée concernant le VEB est qu'il s'agit d'un petit véhicule ayant moins de puissance et une autonomie plus limitée que les véhicules traditionnels ou les hybrides actuels. Alors que la plupart présumant que les coûts d'exploitation des VEB seront moins élevés, on comprend peu quelles seront les économies éventuelles, surtout en tenant compte du prix d'achat initial et du coût de remplacement de la batterie.

- Les VEB sont en général considérés comme étant plus silencieux et plus écologiques que les véhicules traditionnels. Cependant, les perceptions sur l'avantage environnemental du VEB sont influencées par la source d'électricité utilisée pour alimenter le véhicule (centrale à charbon, centrale hydroélectrique) et les préoccupations concernant les effets environnementaux de la production et de l'élimination des batteries.
- L'autonomie limitée (surtout lorsque les options consommant de l'énergie sont utilisées), les longs temps de recharge et les préoccupations relatives à la disponibilité de stations de chargement constituent les principaux obstacles perçus à l'achat d'un VEB. On pense que le VEB n'est pas suffisamment polyvalent pour être vraiment utile (malgré son coût de fonctionnement inférieur) et que le fait de posséder un VEB forcerait le propriétaire d'un tel véhicule à apporter de trop nombreux changements à son mode de vie (notamment d'avoir à planifier à l'avance l'utilisation du véhicule). Beaucoup pensent qu'un VEB élimine l'effet de spontanéité habituellement associé au fait de posséder un véhicule – cette possibilité de sauter dans la voiture à tout moment et d'aller où bon nous semble.

## Annexe B : Prévisions de marché

La présente annexe reproduit en entier une section du rapport intitulé *Situation Analysis for the Current State of Electric-Vehicle Technology*, préparé en juin 2008 dans le cadre du processus d'élaboration de la présente Feuille de route.

### Prévisions de marché pour les véhicules électriques

Le principal inconvénient des études de marché a déjà été souligné : l'environnement de marché a beaucoup changé depuis 2005. Le coût élevé de ces études est également un facteur limitant leur utilisation (les prix sont indiqués plus bas pour le bénéfice des lecteurs). Un examen de plusieurs études menées avant 2005 indique que bon nombre des prévisions faites se sont en grande partie révélées inexactes, ce qui pourrait être aussi le cas de prévisions plus récentes.

Nous avons en accès à quelques-uns des rapports suivants. Pour les autres, nous nous sommes fiés aux descriptions disponibles. Les adresses Web sont données dans les notes en fin de texte.

- Avicenne. *Hybrid & Electric Vehicle Market 2005-2015, Impact on the Battery Market*, Puteaux, France, novembre 2006. Ce document de 200 pages, qui coûte l'équivalent de 9 694 \$, présente une analyse de la situation actuelle de la technologie des véhicules électriques hybrides et fournit des prévisions de marché.
- Research and Markets. *Hybrid-Electric Vehicle (HEV) Market Study, 2005-2006*, offert en anglais et en chinois, février 2006. Ce rapport de 80 pages – qui coûte 2 800 \$ pour la version imprimée et 2 675 \$ pour la version électronique (dans les deux langues) passe en revue l'industrie mondiale des véhicules électriques hybrides (y compris celle de la Chine) et traite des facteurs qui influent sur la technologie. Il décrit les principales catégories de véhicules électriques hybrides et présente des prévisions de marché pour l'industrie des véhicules hybrides comparativement à d'autres possibilités en matière de transport durable.
- Harrop, P. (principal auteur). *Electric Vehicle Forecasts, Players, Opportunities, 2005-2015*. Ce rapport de 228 pages coûte 2 400 \$ pour la version imprimée et 2 800 \$ pour la version électronique. On y prévoit que la taille de l'industrie des VE, estimée à 31,1 milliards de dollars en 2005, sera sept fois plus élevée d'ici 2015.
- Freedonia. *World Hybrid-Electric Vehicles to 2010*, Cleveland, OH, octobre 2006. Ce rapport de 300 pages, qui coûte 5 500 \$, prévoit que la demande mondiale pour des véhicules électriques hybrides connaîtra une croissance annuelle de 20 p. 100 jusqu'en 2010. Les gains concernant les véhicules éconergétiques seront motivés par les prix erratiques de l'essence, les règlements de plus en plus stricts sur les émissions et les disparités de coût moins importantes. Cette étude présente une analyse d'une industrie mondiale des véhicules électriques hybrides évaluée à 2,8 milliards de dollars, avec des prévisions pour 2010, 2015 et 2020 par type de véhicule, par segment (voiture de tourisme, camion léger) et par région géographique. L'étude présente une évaluation des parts du marché des producteurs et le profil de 36 joueurs importants de l'industrie, notamment Toyota, Honda, Daimler-Chrysler, Ford, General Motors, Nissan et Peugeot.
- Le site Web MarketResearch.com renferme des liens vers plusieurs études de marché coûtant de 500 \$ à 9 000 \$, notamment :
  - Automotive World. *Hybrid Light Vehicles, Technologies and Trends to 2015*, février 2008.
  - IDC. *PHEVs: On the Road to Being Part of the Distribution System*, septembre 2007.
  - Global Industry Analysts. *Electric Vehicles*, juillet 2007.
  - RNCOS. *Hybrid Cars Market Outlook*, juin 2007.

## Annexe C : Participants au processus d'élaboration de la Feuille de route

<b>Bill Adams</b> Conseil consultatif sur les sciences appliquées à la défense	<b>Sabin Boily</b> Gestion Valeo s.e.c.	<b>Matthew Coons</b> Transports Canada
<b>Ken Albright</b> Ministère du développement économique et du Commerce de l'Ontario	<b>Ken Bondy</b> TCA-Canada	<b>Bill Coote</b> Advanced Lithium Power Inc.
<b>Warren Ali</b> Ministère du Commerce international et de l'Investissement de l'Ontario	<b>Philip Bosco</b> Ontario Power Authority	<b>Al Cormier</b> Mobilité électrique Canada
<b>Eric Azeroual</b> TM4	<b>Richard Bradley</b> Transports Canada	<b>Alexandre Coulombe</b> BionX
<b>Wendy Bailey</b> Environnement Canada	<b>Robert Brandon</b> Ressources naturelles Canada	<b>Kim Curran</b> Air Liquide Canada Inc.
<b>Mike Barre</b> Conseil national de recherches du Canada	<b>Lily Buja-Bijunas</b> Ontario Power Authority	<b>Steve Dallas</b> Toronto Electric
<b>Stefan Barthel</b> Azure Dynamics Inc	<b>Carol Burelle</b> Ressources naturelles Canada	<b>Gitanjali Das Gupta</b> Electrovaya
<b>Ricardo Bazzarella</b> A123Systems	<b>Glen Burgess</b> Electricjeep.ca	<b>Sankar DasGupta</b> Electrovaya
<b>Brian Beck</b> Ville de Vancouver	<b>Tiffany Burgess</b> CAI Georgian College	<b>Isobel Davidson</b> Conseil national de recherches du Canada
<b>Nick Beck</b> Ressources naturelles Canada	<b>James Campbell</b> Adventec Manufacturing Inc.	<b>Jacques DeLarochelliere</b> Isaac Instruments
<b>Philippe Bélanger</b> Université Laval, PHEV Québec	<b>Jean-Yves Carrier</b> OC Transpo	<b>Michael Desjardins</b> Université Laval
<b>Marc Belzile</b> Transports Canada	<b>Brian Carruthers</b> Ontario Centres of Excellence	<b>Lisa Dignard-Bailey</b> Ressources naturelles Canada
<b>Janet Benjamin</b> Vireo Technologies Inc.	<b>Sylvain Castonguay</b> CEVEQ/CNTA	<b>Zuomin Dong</b> Université de Victoria
<b>Eric Bibeau</b> Université du Manitoba	<b>Jean-Pierre Champagne</b> TeraOhm Technologies	<b>Gordon Dower</b> The Ridek Corporation
<b>Pronto Binwa</b> CEVEQ	<b>Don Chandler</b> Vancouver Electric Vehicle Association	<b>Jeff Doyle</b> Doyletech
<b>Joshua Bleser</b> Université de Sherbrooke	<b>Joel Clemens</b> Spécialiste de la conversion des VE	<b>Piotr Drozd</b> Advanced Lithium Power Inc.
	<b>Ian Clifford</b> Zenn Motor Company	<b>Sebastien Dubois</b> Campagna Motors
	<b>Renaud Cloutier</b> TM4	<b>Mark Dubois-Phillips</b> BC Hydro

**Michel Dumoulin**

Conseil national de recherches du Canada (IMI)

**Johanne Duval**

Industrie Canada

**James Eaves**

Université Laval

**Peter Eggleton**

TELLIGENCE Group

**Arne Elias**

Le Centre pour un transport durable

**Mike Elwood**

Azure Dynamics Corporation

**Evgueniy Entchev**

Ressources naturelles Canada

**Danny Epp**

Dynasty Electric Vehicles Ltd.

**Stuart Evans**

Delta-Q Technologies Corp.

**John-Paul Farag**

Toyota Canada Inc.

**Guy Faubert**

REV Technologies Inc.

**Gilles Favreau**

Hydro-Québec

**Glen Fisher**

CPCS Technologies Corporation

**Nigel Fitzpatrick**

Azure Dynamics Corporation

**Bernard Fleet**

Fleet Technology Partners

**Marc Fortin**

Transports Canada

**Peter Frise**

Université de Windsor

**Richard Fry**

Ressources naturelles Canada

**Kamiel Gabriel**

Université de l'Ontario - Institute of Technology

**Jules Gagné**

Conseillers en Management Marcon

**Martin Gagné**

Xstrata Zinc Canada

**Chris Galbraith**

Thumbprint Solutions Inc.

**Richard Gilbert**

Consultant

**Jay Giraud**

REV Technologies Inc.

**Angelo Giumento**

Hydro-Québec

**Ravi Gopal**

PACEAS Technologies Ltd

**Ron Gray**

Ville d'Ottawa

**Dan Green**

Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources pétrolières de la Colombie-Britannique

**Louis Grenier**

Agence spatiale canadienne

**Claude Guerette**

Transports Canada

**Pierre Guimond**

Association canadienne de l'électricité

**Michel Guimont**

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec

**Rami Haddad**

Azure Dynamics Corporation

**Wojtek Halliop**

Electrochemical Energy Systems and Technologies Ltd.

**Erik Haltrecht**

Toronto Hybrid Group

**Chris Hayes**

CEATI International

**Lorraine Hébert**

AVEEQ

**Markus Hetzler**

Thumbprint Solutions Inc.

**Chris Hill**

Ville de Hamilton

**Pierre Hinse**

Université de l'Ontario - Institute of Technology

**Colin Hooper**

Leeds Transit Inc.

**Mariane Huard**

Industrie Canada

**Howard Hutt**

Electric Vehicle Society of Canada

**Ron Iacobelli**

Azure Dynamics

**Eric Jelinski**

L2B Environmental Services

**Leeanne Jones**

Ministère des Transports et de l'Infrastructure de la Colombie-Britannique

**Dominique Juteau**

Hydro-Québec

**Nick Kalman**

Dana Long Manufacturing

**Gabriel Kamiel**

Université de l'Ontario - Institute of Technology

**Alan Kelly**

Ville de Coquitlam

**Gareth Kenworthy**

Thumbprint Solutions Inc.

**Peter Kielland**

Visionary Technology Inc.

**Ed Kjaer**

Southern California Edison

**Karin Kliever**

Le Centre pour un transport durable

**Ryan Klomp**

Transports Canada



**Andy Knight**  
Université de l'Alberta

**Neil Knudsen**  
Doyletech

**Samuel Lam**  
Ministère des Transports et de  
l'Infrastructure de la Colombie-  
Britannique

**Steven Lam**  
Lamson Transit Inc.

**Eric Lamoureux**  
Association canadienne des  
automobilistes

**Richard Lane**  
REV Consultants Ltd.

**Denis Lang**  
Lang Motors, the electric car company

**Pierre Langlois**  
Consultant

**Robert Lankin**  
Accelerated Systems Inc.

**David Lapointe**  
CEATI International

**Pierre Lavallée**  
CEVEQ

**David Leboe**  
Advanced Lithium Power

**Isabelle Leclerc**  
Ministère des Ressources naturelles et  
de la Faune du Québec

**André Lefebvre**  
A-PL Advanced Transportation

**Louis Lek**  
Electric Vehicle Society

**Yip Chi Li**  
Pan Pacific Rim Inc.

**Stephanie Lines**  
Ressources naturelles Canada

**Ian London**  
Avalon Ventures Ltd

**Jean Longchamps**  
LEEPCI - Université Laval

**Chris Lythgo**  
Seajay Consulting Ltd

**Peter Maass**  
Vossloh Kiepe Corporation

**Jack MacDonnell**  
Enermotion Inc.

**Ian MacIntyre**  
Ressources naturelles Canada

**Ben Marans**  
Toronto Atmospheric Fund

**Marikkar Rahumathulla**  
InterfaceFLOR Canada Inc.

**John Marrone**  
Ressources naturelles Canada

**Hugo Marsolais**  
Institut du transport avancé du  
Québec

**Roger Martin**  
Unicell Limited

**Darrel May**  
Gus Power Canada

**Mengo McCall**  
Aquaterra

**Margaret McCuaig-Johnston**  
Ressources naturelles Canada

**Ron McCurdy**  
McCurdy Products

**Glenn McDougall**  
Doyletech

**Keith McLaughlin**  
Canadian Automotive Fleet

**Bruce McLeod**  
Subaru Canada, Inc.

**Darryl McMahon**  
Econogics

**Shannon Miles**  
Ressources naturelles Canada

**Ray Minato**  
Inertia Engineering & Design

**Tom Molinski**  
Manitoba Hydro

**Jean-Luc Monfort**  
Bathium Canada Inc.

**Don Moore**  
Canadian Transportation Equipment  
Association

**Mark Mull**  
Unicell

**Gary Murray**  
Ressources naturelles Canada

**Eric Nadeau**  
AVEEQ

**Jatin Nathwani**  
Université de Waterloo

**David Nelson**  
Toronto Hybrid Group

**Geoff Nimmo**  
Industrie Canada

**Tom Odell**  
General Motors du Canada

**Bob Oliver**  
Pollution Probe

**Cheri-Ann Olsen**  
Ressources naturelles Canada

**Daniel Paré**  
CEVEQ

**Dave Pascoe**  
Magna International Inc.

**Wyman Pattee**  
Ford Canada

**David Patterson**  
Mitsubishi Motors R&D of America

**Michel Pelchat**  
Plastik MP

**Sylvain Pelletier**  
Conseil national de recherches du  
Canada (IMI)

**Mario Peloquin**  
Siemens Canada Limited

**James Perkins**  
District régional du Grand Vancouver

**Phil Petsinis**  
General Motors du Canada

**Gerry Pietschmann**  
Ville de Toronto

**Ian Pilkington**  
Ministère des Transports et de  
l'Infrastructure de la Colombie-  
Britannique

**Nathan Popp**  
Ministère des Transports et de  
l'Infrastructure de la Colombie-  
Britannique

**Pascal Poudoux**  
Consultant

**Claude Poudrier**  
Voitures électriques du Québec Inc.

**Allan Poulsen**  
Electric Vehicle Council of Ottawa

**Todd Pratt**  
FuelVapor Technologies Inc.

**Marc Prevost**  
Transports Canada

**Patricia Procter**  
Transports Canada

**Christian Pronovost**  
TM4

**Wei Qu**  
Conseil national de recherches du  
Canada (IIPC)

**Ernst Radloff**  
Transports Canada

**Peter Radziszewski**  
Université McGill

**Amrik Rakhra**  
Industrie Canada

**Hajo Ribberink**  
Ressources naturelles Canada

**Terry Robert**  
Fraser Basin Council

**Chantal Robillard**  
Bathium Canada Inc.

**Julien Rochon**  
Société canadienne des postes

**Steven Rogak**  
Université de la Colombie-Britannique

**Dennis Rogoza**  
Rogoza Consulting Group

**Greg Rohrauer**  
Université de l'Ontario - Institute of  
Technology

**Guylaine Roy**  
Transports Canada

**Serge Roy**  
Hydro-Québec

**Alastair Russell**  
Airstream Technologies

**Robert Safrata**  
NOVEX Couriers

**Jeff Sanders**  
Comptable agréé

**Jay Sandler**  
Azure Dynamics

**Dan Saucan**  
Ministère des Transports du Québec

**Le très honorable Edward Schreyer**  
Gouverneur général du Canada (ret.)

**Catherine Scrimgeour**  
Zenn Motor Company

**Denis Senik**  
Doyletech

**Robert Shaw**  
Vancouver Electric Vehicle Association

**Tim Shearman**  
Association canadienne des  
automobilistes

**Drew Shintani**  
Ville de Toronto

**Hamid Shirazi**  
Ministère du Commerce international  
et de l'Investissement de l'Ontario

**Mark Shoemith**  
E-One Moli Energy Ltd

**Larry Shou**  
Inertia Engineering & Design

**Paul Simmonds**  
Mitsubishi Motor Sales of Canada Inc.

**Michael Sinclair**  
Greater Toronto Airports Authority

**Marc Smith**  
Lang Motors

**Ry Smith**  
Hydrogène et Piles à combustible  
Canada

**Ehsan Sobhani**  
GlobVision Inc.

**Matthew Stevens**  
CrossChasm Technologies

**John Stonier**  
Vancouver Electric Vehicle Association

**Mike Sulatisky**  
Saskatchewan Research Council

**David Swan**  
DHS Engineering Inc.

**Lukas Swan**  
DHS Engineering Inc.

**John Tak**  
Hydrogène et Piles à combustible  
Canada

**Tabitha Takeda**  
Ressources naturelles Canada

**Mike Tamor**  
Ford du Canada

**Les Tanaka**  
Ministère du Développement  
économique de l'Ontario

**Boyd Taylor**  
PACEAS Technologies Ltd

**Julian Taylor**  
Intuit Strategies Inc.

**Renald Thibert**  
Société canadienne des postes

**Mit Tilkov**  
TECK

**Pascal Tourangeau**  
Hydro-Québec

**Louis Tremblay**  
Université Laval

**Andreas Truckenbrodt**  
Automotive Fuel Cell Cooperation

**Alec Tsang**  
BC Hydro

**Eli Turk**  
Association canadienne de l'électricité

**David Turnbull**  
Canadian Courier & Logistics Assoc

**Guennadi Varechkin**  
LEV

**Serge Viola**  
Purolator

**Gary Wang**  
Université Simon Fraser

**Walter Wardrop**  
Conseil national de recherches du  
Canada (PARI)

**Michelle Watters**  
AUTO21

**Daniel Webster**  
Navistar Canada Inc.

**Juergen Weichert**  
Electric Vehicle Council of Ottawa

**Sheldon Williamson**  
Université Concordia

**Jeremy Wise**  
Université de Victoria

**Walter Wu**  
Delaware Power System

**Brian Wynne**  
Electric Drive Transportation  
Association

**Tomoki Yanagawa**  
Mitsubishi Motor Sales of Canada

**Yoga Yogendran**  
Conseil national de recherches du  
Canada (IIPC)

**Munib Yusuf**  
General Motors du Canada

**Rick Zaporzan**  
Conseil national de recherches du  
Canada

**Terry Zdan**  
Le Centre pour un transport durable

**Gregory Zhang**  
Teck Cominco Ltd

**Merrina Zhang**  
Transports Canada

**Simon Zhang**  
Ontario Power Authority

**Larry Zhou**  
Inertia Engineering & Design

## Annexe D : Analyse FFPM

---

La présente section renferme une brève analyse des forces, des faiblesses, des possibilités et des menaces (FFPM) propres à l'industrie canadienne des VE.

### Forces

1. Une grande partie de notre électricité est produite à partir de sources renouvelables, et cette part pourrait encore augmenter.
2. Trois entreprises canadiennes de service hydroélectrique possèdent une expertise avancée en matière de chargement; ils sont les chefs de file dans ce domaine.
3. L'Ontario a une solide expertise dans l'industrie automobile : ingénierie, conception, fabrication de pièces et montage de véhicules.
4. On trouve en Ontario le plus gros producteur et assembleur de pièces de véhicules, une entreprise intéressée dans la production de véhicules électriques.
5. Le Québec compte un centre d'activité sur les VE à Saint-Jérôme.
6. La région de Vancouver regroupe plusieurs entreprises liées aux VE.
7. Le Canada compte trois entreprises pouvant éventuellement produire des batteries et un important fournisseur de cathodes.
8. Ressources naturelles Canada et Transports Canada soutiennent activement le développement de VE.
9. Le Canada compte cinq constructeurs d'autobus et le plus important fabricant de systèmes sur rail au monde.
10. Il existe une certaine autonomie dans la prise de décisions au Canada par les grandes compagnies automobiles ayant leur siège social à l'extérieur du Canada.

### Faiblesses

1. Aucun grand producteur de voitures de tourisme n'a son siège social au Canada.
2. La population du Canada est relativement peu nombreuse et son assiette fiscale est peu importante (même si la population de l'Ontario à elle seule dépasse celle de la Suède).
3. Les entreprises de batteries au Japon, en Chine, en Corée et aux États-Unis sont plus importantes et plus avancées, et ont accès à plus d'investissements.
4. Le climat du Canada est assez peu favorable au déploiement des VE.

### Possibilités

1. Le partage des ressources publiques et privées en matière de technologie automobile entre les États-Unis et le Canada est bien établi.
2. Les bouleversements continus dans l'industrie de l'automobile pourraient créer des débouchés pour la production de VE au Canada, y compris pour la mise au point d'un VE de marque canadienne.
3. La population du Canada est hautement urbaine et doit faire des trajets quotidiens relativement courts.
4. Il est presque certain que la disponibilité des combustibles fossiles sera limitée dans un proche avenir.

## Menaces

1. L'industrie automobile américaine pourrait quitter l'Ontario.
2. Nous serons dépassés par les efforts déployés aux États-Unis et ailleurs dans le monde et relégués à un statut de consommateur au sein de l'industrie automobile.
3. Les Canadiens se laissent endormir par les prix actuellement bas des combustibles fossiles et ne voient aucune urgence à passer aux VE.
4. L'aide aux autres sources d'énergie pourrait se poursuivre et être relativement importante. Cela pourrait nuire à l'aide au développement des VE qui constitue le point de mire de la présente Feuille de route.

## Annexe E : Initiatives, programmes et politiques des gouvernements à l'étranger

Il est difficile de décrire les initiatives, les programmes et les politiques des gouvernements étrangers qui appuient les VE, en raison de leur nombre et de la rapidité avec laquelle ils évoluent. Voici quelques-uns des efforts actuels, au milieu de 2009.

### États-Unis

La situation aux États-Unis est très pertinente pour la Feuille de route, parce que les États-Unis sont le principal partenaire commercial du Canada et que leurs industries de l'automobile sont très intégrées.

Au début de 2009, le Congrès américain a adopté l'*American Recovery and Reinvestment Act*. Cette loi s'accompagne d'un programme de près de 800 milliards de dollars qui inclut des investissements massifs dans le secteur de l'automobile, dont un montant de quelque 25 milliards pour le secteur de la mobilité électrique. Voici une liste des affectations prévues (dont certaines proviennent de l'*Emergency Economic Stabilization Act* de 2008) :

- 400 millions de dollars pour soutenir les nouvelles technologies des véhicules électriques;
- 2 milliards de dollars pour soutenir la fabrication de batteries évoluées au lithium;
- 2,5 milliards de dollars pour soutenir la recherche et le développement sur l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables;
- plus de 1 milliard de dollars pour des projets de démonstration sur les véhicules à propulsion électrique et les véhicules évolués, ainsi que pour le déploiement et l'achat de tels véhicules;
- 2 milliards de dollars en crédits d'impôt à l'investissement pour des projets sur l'énergie évoluée, y compris le stockage d'énergie et la fabrication de véhicules électriques rechargeables;
- nouveau crédit à la consommation allant jusqu'à 7 500 \$ pour l'achat de véhicules rechargeables;
- crédit d'impôt supplémentaire pour l'installation de l'équipement de chargement pour les véhicules électriques et autres véhicules à carburant de remplacement;
- important investissement visant l'indépendance énergétique et la réduction des émissions de carbone, y compris le développement de la technologie des réseaux électriques;
- 8 milliards de dollars pour le développement de l'infrastructure nécessaire au train électrique grande vitesse.

Ces investissements visent à créer des emplois (en particulier les emplois de la prochaine génération), à garantir la sécurité énergétique, à protéger l'environnement et à assurer l'avenir de l'industrie automobile.

De plus, il existe de nombreux programmes d'aide locaux et d'État pour les VE. Ils incluent des incitatifs financiers pour les acheteurs, des programmes de recherche et développement, et de nombreuses autres initiatives d'aide.

### Union européenne

Les décideurs européens sont pour la plupart peu enclins à copier les initiatives américaines pour revigorer leur économie et l'économie mondiale. Quelques discussions sont en cours en vue d'un programme sur le transport durable pour l'ensemble de l'Union européenne, mais la plupart des initiatives se déroulent au niveau national.

Le gouvernement de la France offre une remise de 7 000 € (11 300 \$ CAN) aux acheteurs de VE. Le gouvernement du Royaume-Uni a lancé un programme d'investissement pour les VE de 100 millions de livres (180 millions de dollars CAN). Les conducteurs de VE de Londres ne paient pas les « frais de congestion », estimés à 2 000 £ (3 600 \$ CAN) par année. Le programme de frais de congestion de Londres connaît du succès; il pourrait bientôt être appliqué à d'autres villes du Royaume-Uni. En Norvège, les VE sont exemptés de l'onéreuse taxe de vente de 100 p. 100 sur les voitures, offrant des économies pouvant aller jusqu'à 100 000 \$.

Voici quelques-unes des autres initiatives dans les pays de l'Union européenne :

- Royaume-Uni : toutes les voitures neuves devront être des VEB ou des VEHR d'ici 2020.
- Espagne : un million de VE sur les routes espagnoles d'ici 2014.
- Irlande : on souhaite qu'un dixième des véhicules sur les routes soient des véhicules électriques d'ici 2020.
- Italie : on offre une subvention couvrant jusqu'à 65 p. 100 des coûts supplémentaires d'achat de VE.
- France : programme de recherche et développement de 400 millions d'euros (650 millions de dollars canadiens) pour les VE.
- Union européenne : on vise une économie de carburant obligatoire de 4,7 L/100 km, avec des amendes sévères pour ceux qui ne s'y conformeront pas.

## Chine

La Chine a entrepris d'importants efforts en vue de devenir le chef de file mondial de la mobilité électrique. Déjà, la Chine compte plus de 50 millions de véhicules électriques à deux roues sur ses routes et de nombreuses entreprises automobiles en expansion et rentables. Selon des discussions avec le secrétaire de la China Electric Vehicle Association (CEVA), le milieu de la mobilité électrique compte plus de 500 entreprises. Cette association compte plus de 100 membres décrits comme des spécialistes des VE.

La Chine est en voie de devenir rapidement un chef de file dans la fourniture de pièces et d'accessoires pour l'automobile au sein de l'industrie mondiale des VE, y compris des batteries et des moteurs. La CEVA prévoit un taux de pénétration du marché de 20 à 30 p. 100 pour les véhicules électriques d'ici 2030. L'achat par Warren Buffet de 10 p. 100 des parts de BYD Auto de Shenzhen pour 250 millions de dollars US pourrait être le signe de perspectives favorables pour l'industrie chinoise des VE. Les indices montrent clairement que la Chine peut être un chef de file et faire passer les VE de technologie spécialisée à la norme mondiale pour l'industrie automobile.

Le ministère des Sciences et de la Technologie de Chine a annoncé un programme qui financera le lancement d'une initiative de démonstration, prévoyant le déploiement de 10 000 VE dans dix villes au cours des deux prochaines années.

## Japon

Le Japon a été parmi les premiers pays à investir massivement dans la recherche sur les batteries et les VEHR, même si son niveau d'investissement a maintenant été surpassé par celui des États-Unis.

Le ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie du Japon offre des subventions couvrant environ 50 p. 100 de la différence de prix entre un VE et un véhicule équivalent à moteur à combustion interne. La préfecture de Kanagawa et d'autres autorités locales envisagent d'adopter des incitatifs de même nature que l'exemption des frais de congestion offerte à Londres, Royaume-Uni.

## Autres juridictions

Le gouvernement de Singapour, qui applique de lourdes taxes à l'achat d'automobiles neuves, offre un crédit d'impôt considérable aux conducteurs de véhicules « écologiques ». Il existe là aussi un programme d'exemption des frais de congestion semblable à celui de Londres.

Plusieurs juridictions – dont le Danemark, le Portugal, Israël, l'Irlande, l'Australie-Occidentale, San Francisco et Toronto – sont intéressées à participer à un modèle de service pour les VE avec des stations de chargement, des postes pour changer de batterie et des logiciels pour gérer les interactions entre les VE et le réseau électrique.

La Corée compte de nombreux joueurs importants de l'industrie de la fabrication de batteries.

## **Annexe F : Membres du secrétariat fédéral**

**Nick Beck** – Ressources naturelles Canada

**Carol Burelle** – Ressources naturelles Canada

**Ian MacIntyre** – Ressources naturelles Canada

**John Marrone** – Ressources naturelles Canada

**Margaret McCuaig-Johnston** – Ressources naturelles Canada

**Geoff Munro** – Ressources naturelles Canada

**Cheri-Ann Olsen** – Ressources naturelles Canada

**Patricia Procter/Norm Meyer** – Transports Canada

**Merrina Zhang/Tabitha Takeda** – Transports Canada





