

Possibilités offertes par la technologie canadienne de l'énergie sur les marchés mondiaux



N° de cat. M34-19/2013F-PDF (En-ligne)
ISBN 978-0-660-21208-1

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada (2012)

La société McKinsey & Co a été mandatée par Ressources naturelles Canada pour réaliser la présente analyse. Ce document ne représente pas nécessairement les points de vue du gouvernement du Canada.

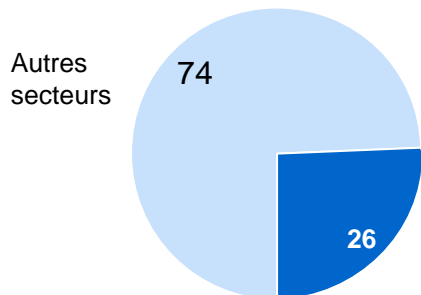
Le développement et l'exploitation fructueuse de la technologie de l'énergie sont cruciaux pour l'avenir de l'économie canadienne

L'énergie est d'une importance capitale pour l'économie canadienne

Le Canada dispose d'importants avantages liés à l'énergie à l'opposé d'autres pays

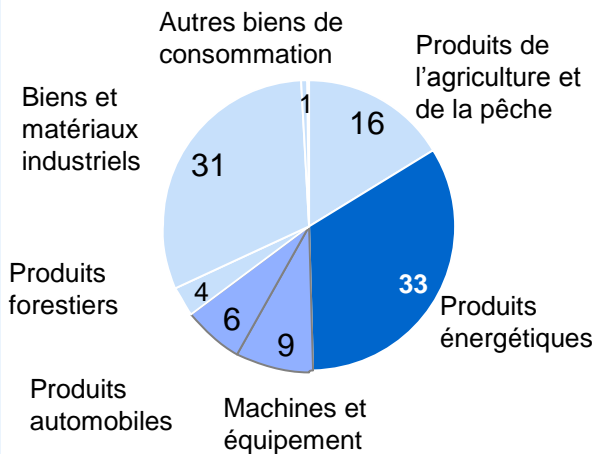
La technologie de l'énergie est sur le point d'ébranler toutes les étapes de la chaîne des valeurs énergétiques

Contribution en pourcentage au Produit intérieur brut (PIB)



Approvisionnement, distribution et utilisation de l'énergie

Contribution à la balance commerciale



Classement par ressource

| | |
|-----------------|---|
| 5 ^e | Production d'énergie primaire – 19,1 quadrillions de Btu (unités thermiques britanniques) |
| 3 ^e | Réserves de pétrole brut – 175,1 milliards de barils |
| 21 ^e | Réserves de gaz naturel – 61,9 billions de pieds cubes |
| 11 ^e | Réserves de charbon – 6 582 millions de tonnes |
| 3 ^e | Réserves d'uranium – 485 000 tonnes |
| 7 ^e | Capacité de production d'électricité – 127,64 gigawatts |
| 6 ^e | Production d'électricité – 632,3 terawatts-heure |
| 19 ^e | Combustibles fossiles – 152,71 terawatts-heure |
| 7 ^e | Énergie nucléaire – 85,9 terawatts-heure |
| 3 ^e | Hydro-électricité – 363,2 terawatts-heure |
| 13 ^e | Énergie éolienne – 3,6 terawatts-heure |
| 9 ^e | Biomasse – 7,6 terawatts-heure |

- Les approvisionnements en énergie** : Les nouvelles techniques d'extraction du pétrole et du gaz naturel donnent accès à des ressources autrefois inaccessibles ; les énergies renouvelables se caractérisent par une baisse rapide des coûts et leur situation s'apparente à celle des réseaux.
- La distribution de l'énergie** : La technologie liée aux réseaux intelligents va englober les énergies renouvelables, en plus de contribuer au contrôle et à la réduction dans l'usage de l'énergie.
- La demande en énergie** : La technologie liée à l'efficacité énergétique influence les secteurs industriel et commercial qui doivent prévoir l'établissement d'une nouvelle réglementation sur les émissions ; la réglementation sur l'efficacité des carburants se traduit par des innovations dans les transports.

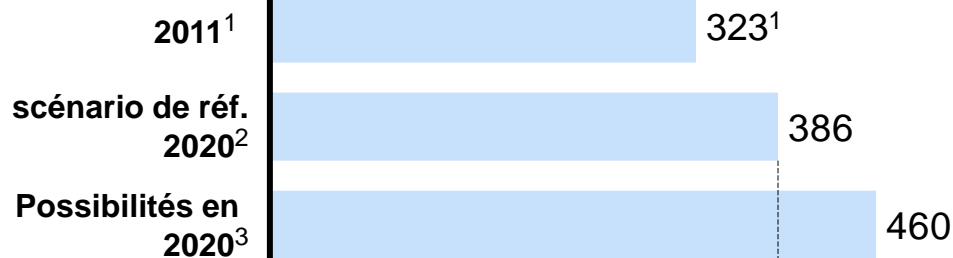
En se fondant sur l'expérience vécue par les autres pays, on constate que la réalisation du plein potentiel offert par la technologie de l'énergie peut influencer sur le PIB et la création d'emplois

Il est possible de susciter des valeurs à l'intérieur de la technologie de l'énergie grâce aux éléments suivants :

- **Des exportations** à l'échelle mondiale de produits et de services liés à la technologie de l'énergie.
- **Les ventes croissantes de produits énergétiques** que permet la nouvelle technologie.
- L'accroissement du PIB en favorisant la compétitivité des entreprises canadiennes ou en abaissant le coût de la vie grâce à une **énergie moins dispendieuse**.

PIB lié aux approvisionnements, à la distribution et à l'utilisation de l'énergie²

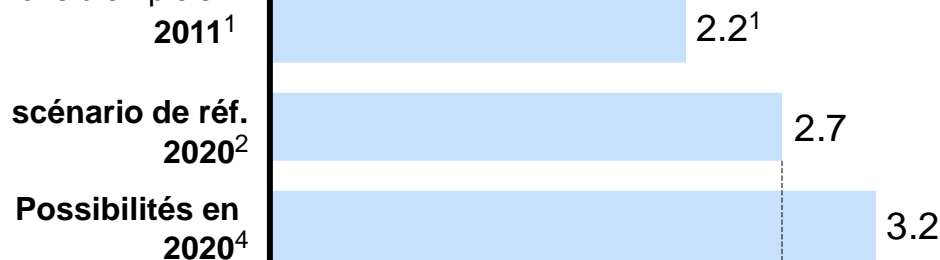
En milliards \$ can.



+74 mill. \$ de possibilités dans le PIB

Emplois liés aux approvisionnements, à la distribution et à l'utilisation de l'énergie⁴

En millions d'emplois



500 000 emplois

1 Analyse de Ressources naturelles Canada (RNCAN) utilisant des données de Statistique Canada ; libellé en dollars de 2002.

2 Prévisions en fonction d'un scénario de référence basé sur une croissance du PIB de 2 p. 100.

3 Prévisions énergétiques en fonction d'une limite supérieure d'augmentation de 4 p. 100 découlant d'une croissance additionnelle constatée dans certains pays après qu'ils aient mis l'accent sur le pétrole et le gaz naturel (p. ex., la Norvège), l'efficacité énergétique (p. ex., les États-Unis, les Pays-Bas) et les énergies renouvelables (p. ex., l'Allemagne).

4 Croissance de l'emploi basée sur le maintien du niveau d'emploi et du PIB de 2011 pour chacun des six secteurs de RNCAN liés à l'énergie.

On retrouve maintenant plusieurs caractéristiques et plusieurs enjeux particuliers au développement de la technologie de l'énergie

- **Les travaux énergétiques nécessitent des investissements de capitaux élevés (allant jusqu'à plusieurs milliards de dollars pour les grandes réalisations pilotes) et des débours à long terme (entre 10 et 20 ans).**
-

- **Les investissements dans la technologie de l'énergie sont également très risqués et assujettis :**

- à la volatilité des prix de l'énergie ;
 - aux variations dans la demande et les approvisionnements des marchés mondiaux ;
 - à l'incertitude des politiques réglementaires (p. ex., le prix du carbone) ;
 - aux risques environnementaux (p. ex., la sécurité des oléoducs) et à l'acceptation sociale pour l'exploitation.
-

- **Le secteur de l'énergie présente de multiples facettes et une grande complexité**

- La mise au point des éléments technologiques se fait à partir d'une variété de domaines scientifiques de base.
- Le secteur de l'énergie englobe un grand nombre d'entreprises, de sociétés et d'intervenants disparates, notamment les entreprises de service public.

Voici comment les gouvernements canadiens peuvent susciter et maintenir leurs avantages en matière de technologie de l'énergie

Créer un environnement favorable qui permet d'appuyer la technologie de l'énergie

- Assurer l'accès aux marchés.
- Assurer l'accès aux capitaux.
- Assurer l'accès aux talents et aux capacités.
- Assurer une coordination efficace des institutions et des organismes gouvernementaux.

Fournir un soutien particulier afin de profiter au maximum du potentiel offert par les domaines technologiques prioritaires

- Comprendre les domaines où les entreprises canadiennes ont la possibilité de devenir des chefs de file à l'échelle internationale et être sensibilisé aux échanges qui se produisent.
- Prendre connaissance des faits en profondeur afin de déterminer les obstacles auxquels sont confrontés les domaines technologiques prioritaires, obstacles que seul le gouvernement est en bonne position d'éliminer ; ne pas se concentrer sur les obstacles qui peuvent être éliminés par les marchés.
- Soutenir les secteurs prioritaires au moyen d'un agencement de leviers financiers, politiques et favorables aux circonstances.

Face aux enjeux particuliers auxquels le Canada est confronté, il y a quatre mesures que les gouvernements canadiens peuvent adopter pour créer un environnement plus favorable

DÉTAILS À LA PROCHAINE DIAPO

| | Enjeux particuliers auxquels le Canada est confronté | Mesures gouvernementales éventuelles pour constituer un environnement favorable |
|---|--|---|
| L'accès aux marchés | <p>Le marché des exportations est particulièrement important pour le Canada :</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Le Canada dispose d'un marché intérieur relativement petit (comparé aux États-Unis ou à la Chine).▪ L'énergie électrique peu dispendieuse constitue le moteur du PIB au Canada, mais, en contrepartie, les nouveaux éléments technologiques en rapport avec l'énergie sont moins concurrentiels et pourraient prendre plus de temps à devenir rentables que dans d'autres pays. | <p>Créer une demande intérieure plus forte en ayant recours à des politiques adaptées et fournir un soutien supplémentaire aux sociétés qui exportent vers des marchés émergents (comme l'Asie et l'Afrique) et vers des marchés concurrentiels (comme les États-Unis et les pays de l'Union européenne).</p> |
| L'accès aux capitaux | <p>Il y a rareté de financement privé et le marché du capital de risque offre un piètre rendement.</p> | <p>Contribuer à la coordination des instruments financiers provinciaux et fédéraux (p. ex., le capital de risque, les « prix » de reconnaissance du gouvernement) pour répondre à un plus vaste éventail de possibilités.</p> |
| L'accès aux talents | <p>Il y a pénurie de main-d'œuvre qualifiée dans certains domaines clés (p. ex., exploitants de sables bitumineux, ingénieurs de centrales d'énergie), et l'on perd des talents entrepreneuriaux au profit des marchés.</p> | <p>Cultiver les talents canadiens et assurer l'accès, le cas échéant, aux sources internationales.</p> |
| La coordination des institutions | <p>Il y a moins d'interventions gouvernementales dans le secteur énergétique à l'échelle fédérale que dans d'autres pays. Il est donc nécessaire de travailler d'une manière plus concentrée et plus disciplinée afin d'obtenir les mêmes résultats que les autres pays.</p> | <p>Créer un réseau d'institutions gouvernementales bien coordonné, comme des centres de recherche et des organismes de démarrage, afin de soutenir les promoteurs technologiques tout au long de la chaîne de l'innovation.</p> |

Face aux enjeux particuliers auxquels le Canada est confronté, il y a quatre mesures que les gouvernements canadiens peuvent adopter pour créer un environnement plus favorable

Exemples de mesures

1. Créer une demande intérieure plus forte en ayant recours à des politiques adaptées et fournir un soutien supplémentaire aux sociétés qui exportent vers des marchés caractérisés par des prix compétitifs.

- Utiliser les politiques afin d'assurer une demande intérieure stable et vigoureuse à l'intérieur des domaines énergétiques visés et, par conséquent, stimuler l'innovation dans le secteur industriel (p. ex., en se tournant vers des normes comme les codes californiens d'efficacité dans les bâtiments, ainsi que vers des encouragements semblables au crédit d'impôt américain sur la production du gaz de schiste).

Fournir un éventail de produits pour appuyer les exportations :

- Offrir de l'aide pour se débrouiller avec la législation internationale en matière de propriété intellectuelle.
- Aider à relier les petites entreprises à un clientèle internationale afin de faciliter la réalisation de projets de démonstration (comme dans le cas des exportations vers Israël).
- Faciliter la visite d'intervenants de l'étranger dans les installations industrielles du Canada.
- Accroître les ressources intérieures afin d'aider les entreprises à élaborer des stratégies d'exportation (p. ex., des réseaux permettant de relier les participants qui forment la chaîne des approvisionnements destinés à l'exportation).

2. Contribuer à la coordination des instruments financiers provinciaux et fédéraux (p. ex., le capital de risque, les « prix » de reconnaissance du gouvernement) pour répondre à un plus vaste éventail de possibilités.

- Favoriser la collaboration et le partage des risques à l'intérieur des capitaux régionaux et fédéraux (p. ex., offrir une aide fédérale lorsque des capitaux de risque ou des travaux universitaires permettent des investissements à l'égard d'une technologie prometteuse).
- Étudier les options qui s'offrent en vue de réduire les ventes de produits technologiques faites prématurément pour obtenir des capitaux, c'est-à-dire :
 - Fournir d'autres sources de capitaux afin que les entrepreneurs ne subissent pas de pressions indues pour obtenir des profits à court terme en mettant en vente leurs droits de propriété intellectuelle.
 - Imposer des restrictions sur les capitaux de risque afin de conserver les droits de propriété intellectuelle au Canada jusqu'à l'établissement d'un secteur des affaires durables.
 - Offrir des « prix » de reconnaissance en espèces ou en nature afin de récompenser les promoteurs technologiques qui prennent des risques, assurant ainsi de limiter les dépenses aux domaines technologiques fructueux.

3. Cultiver les talents canadiens et assurer l'accès, le cas échéant, aux sources internationales.

- Créer des programmes professionnels et éducatifs qui s'adressent aux promoteurs de la technologie de l'énergie (comme dans le cas du pétrole et du gaz naturel en Norvège).
- S'assurer que les promoteurs technologiques sont en mesure d'importer les qualifications nécessaires (comme dans le cas des semiconducteurs de Taïwan).
- Développer une philosophie de l'entrepreneuriat technologique ; donner aux meilleurs entrepreneurs de bonnes raisons de rester.

4. Créer un réseau d'institutions gouvernementales bien coordonné, comme des centres de recherche et des organismes de démarrage, afin de soutenir les promoteurs technologiques tout au long de la chaîne de l'innovation.

S'assurer que ce réseau est globalement apte à ce qui suit :

- Harmoniser la recherche-développement-démonstration (R-D-D) avec les programmes politiques, les normes et les règlements (comme dans le cas de l'eau à Singapour).
- S'assurer que les institutions gouvernementales soient intégrées au secteur industriel, prêtes à utiliser les programmes de cofinancement et du capital de risque de démarrage. En particulier, aider les PME qui sont obligées de trouver des capitaux (comme dans le cas du Fonds SITRA sur l'innovation en Finlande).
- Jouer un rôle direct dans la commercialisation des nouveaux produits technologiques grâce aux partenariats publics-privés (comme dans le cas des semiconducteurs de Taïwan).

Les décisions au sujet des domaines devant être soutenus en particulier devraient tenir compte des perspectives énergétiques mondiales jusqu'en 2030

Les combustibles fossiles seront toujours une importante source d'énergie d'ici 2030.

- Le développement de nouveaux procédés donne maintenant accès à des ressources non classiques qui n'étaient pas accessibles auparavant (p. ex., les sables bitumineux du Canada, le gaz de schiste aux États-Unis).
- Le charbon demeure une importante ressource en Asie.

Les énergies renouvelables sont encore modestes, mais elles constitueront une source d'énergie de plus en plus importante d'ici 2030.

- La technologie arrive à maturité et contribue à faire rapidement diminuer la courbe des prix, ce qui favorise la compétitivité de certaines zones géographiques (p. ex., l'énergie solaire pour une production de pointe dans les climats ensoleillés, l'énergie éolienne dans les zones et les îles extracôtières).
- Bien que la base des capacités installées soient surtout constituées de combustibles fossiles, la croissance des dépenses en capitaux se fera principalement en fonction des énergies renouvelables.
- Leur adoption est également liée aux objectifs fixés au chapitre des émissions et aux prévisions d'une réglementation plus importante.
- L'adoption au Canada d'une nouvelle technologie liée aux énergies renouvelables (énergie solaire, énergie éolienne, produits de la biomasse) sera plus lente que dans les autres zones géographiques en raison des capacités actuelles de production provenant de l'hydro-électricité et de l'énergie nucléaire.

La demande en énergie est stimulée par l'émergence d'une nouvelle classe moyenne, toutefois, elle est en partie contrebalancée par l'efficacité technologique.

- L'apparition sur le marché de trois milliards d'Asiatiques de classe moyenne se traduit par une demande accrue d'automobiles, de bâtiments et d'autres biens de consommation.
- L'augmentation de la demande est en partie contrebalancée par des normes plus sévères concernant l'efficacité des carburants (lesquelles, en contrepartie, stimulent l'innovation dans les transports économes de carburant, entre autres avec l'adoption de véhicules hybrides électriques rechargeables, probablement vers 2030), provoquant ainsi une légère baisse de la demande en carburant au Canada et aux États-Unis.
- La demande subit également une baisse en raison du développement et de l'adoption d'une technologie liée à l'efficacité énergétique dans les bâtiments et le secteur industriel, en particulier sur le territoire des pays présentant des économies développées.

**Des tableaux
de données se trouvent à
l'annexe**

En se fondant sur les prévisions mondiales, 14 domaines technologiques sont sur le point de stimuler les marchés d'une manière substantielle d'ici 2020 (1/2)

| | Domaines technologiques | Technologie prise en compte | Envergure et éléments de stimulation des marchés |
|--|------------------------------|--|---|
| Combustibles fossiles | Gaz naturel non classique | Extraction du gaz de schiste, chaîne d'approvisionnement et gestion des services extérieurs, liquide extrait du gaz naturel et gaz naturel liquéfié, technologie environnementale. | Le gaz naturel non classique constituera 30 p. 100 de la production gazière nord-américaine d'ici 2020 en raison d'une technologie améliorée liée à l'extraction, entraînant ainsi l'uniformisation des prix du gaz naturel. |
| | Pétrole non classique | Extraction et valorisation du bitume, technologie environnementale, oléoducs. | Marché d'environ 100 milliards \$ en 2020 pour les sables bitumineux (20 milliards \$ de dépenses en capital et environ 80 milliards \$ en recettes) en raison de meilleures techniques d'extraction et d'une hausse des prix du pétrole classique (le pétrole non classique n'est prometteur que lorsque les prix du pétrole sont élevés, une situation qui devrait se poursuivre). |
| Énergies renouvelables et énergie écologique | Systèmes photovoltaïques | Chaîne des valeurs, autres éléments des systèmes et applications finales liés aux modules photovoltaïques en polysilicium, énergie solaire pour systèmes à concentration. | Marché mondial des modules photovoltaïques de 325 milliards \$ d'ici 2020, et de 962 milliards \$ d'ici 2030 en raison de la baisse des prix de modules photovoltaïques et des nouvelles applications. |
| | Énergie éolienne | Composantes, fabrication et fonctionnement de l'aérogénérateur. | Marché de l'aérogénérateur de 680 milliards \$ d'ici 2020 ; la fiabilité, l'efficacité et la rentabilité accrues en favorise l'adoption partout dans le monde. |
| | Bio-énergie | Récolte et traitement des produits la biomasse, biochaleur, bio-énergie, production combinée de chaleur et d'électricité. | Possibilités de 100 à 200 milliards \$ de dépenses en capital en 2020, principalement sur les marchés de l'Union européenne assujettis à certaines exigences réglementaires. |
| | Biocarburants /bioraffinerie | Production de biodiesel, de bio-éthanol, de biocarburants de la deuxième génération et de produits issus de la bioraffinerie. | Demande atteignant 64 gigalitres de biocarburants cellulosiques en 2020, année caractérisée par la construction de 400 nouvelles installations de ces biocarburants. Les marchés sont stimulés par la réglementation, les subventions, les considérations stratégiques (p. ex., les biocarburants pour moteur à réaction) et le faible coût de la première génération de bio-éthanol. |

En se fondant sur les prévisions mondiales, 14 domaines technologiques sont sur le point de stimuler les marchés d'une manière substantielle d'ici 2020 (2/2)

| | Domaines technologiques | Technologie prise en compte | Envergure et éléments de stimulation des marchés |
|----------------------------------|--|---|---|
| Distribution | Réseaux intelligents | Installation de compteurs, réseaux de stockage, réseaux électriques, gestion de la demande et mesures de réaction, appareils, logiciels et intégration, éléments de transport et de distribution, intégration des énergies renouvelables. | En 2011, 41 milliards \$ pour les matériaux et les logiciels ; croissance stimulée par l'adoption accrue des services publics. D'ici 2020, 10 milliards \$ pour la fabrication de produits de transport et de distribution, fabrication stimulée par l'adoption accrue des services publics d'éléments électroniques d'électricité qui sont plus efficaces, plus fiables et plus contrôlables. |
| Bâtiments et collectivités | Efficacité énergétique dans les bâtiments | La chaîne des valeurs liées aux fenêtres perfectionnées, au chauffage et à la climatisation, à l'intégration des systèmes, aux maisons préfabriquées. | On y retrouve 30 p. 100 de l'énergie utilisée aujourd'hui ; d'importants marchés en 2011 pour les fenêtres (69 milliards \$) et pour le chauffage et la climatisation (130 milliards \$) ; une réglementation stricte aboutira à la construction de maisons neuves et à des travaux de rénovation offrant une efficacité plus grande. |
| | Éclairage de pointe | Éclairage DEL (semiconducteurs, en un seul ensemble, commandes). | Un marché de 38 milliards \$ pour l'éclairage DEL d'ici 2020, lequel sera stimulé par l'interdiction des ampoules à incandescence et une baisse des coûts pour les dispositifs d'éclairage DEL. |
| Procédés industriels énergivores | Transformation des déchets en énergie | Équipement, conception, ingénierie et construction. | Des recettes de 4 milliards \$; un marché de l'équipement de 77 milliards \$ en 2014 ; des marchés au sein de l'Union européenne stimulés par des redevances de déversement. |
| | Eau | Équipement de traitement des eaux, fonctionnement et entretien, produits de consommation, produits commerciaux. | En 2011, un marché mondial valant 515 milliards \$ (soit 110 milliards \$ seulement pour l'équipement) ; pressions accrues sur les approvisionnements en eau provenant de la demande exercée par les populations, ainsi que par les activités industrielles, minières et extractives. |
| | Efficacité énergétique dans l'industrie | Optimisation des procédés industriels. | On y retrouve 32 p. 100 de l'énergie utilisée aujourd'hui ; certains procédés disruptifs peuvent permettre des économies d'énergie de 50 p. 100 et la réduction des émissions. |
| Transports | Parcs de véhicules alimentés au gaz naturel comprimé et liquéfié | Moteurs au gaz naturel et infrastructures de ravitaillement. | En Amérique du Nord, l'adoption à long terme de véhicules lourds alimentés au gaz naturel liquéfié (soit 1/5 de tous ces véhicules d'ici 2020) est stimulée par les bas prix du gaz naturel. |
| | Véhicules de la prochaine génération | Technologie liée aux moteurs à combustion interne, freinage par récupération, allègement des véhicules, batteries, moteurs, infrastructures de charge des véhicules. | D'ici 2020, il y aura 22 millions de véhicules hybrides électriques rechargeables ; d'ici 2050, il y en aura 87 millions avec l'adoption croissante, en Chine, de véhicules électriques. |

Un nombre additionnel de dix domaines technologiques a été pris en considération en se fondant sur leur importance stratégique pour le Canada et leurs liens avec les ressources du pays

| | Domaines technologiques | Technologie prise en compte | Envergure et éléments de stimulation des marchés |
|---------------------------------|---|---|--|
| Combustibles fossiles | Récupération assistée des hydrocarbures | Récupération assistée du pétrole et méthane de houille. | Stimulé par les prix élevés du pétrole, marché évalué à 36 milliards \$ en 2011 découlant de la récupération assistée du pétrole et des dépenses en capital à l'échelle mondiale. |
| | Capture et stockage du carbone | Capture du carbone ; augmentation de la capture et du stockage du carbone provenant du charbon et du gaz naturel ; transport et stockage du CO ₂ . | La capture et le stockage du carbone pour en contrebalancer les coûts dans l'exploitation des sables bitumineux. Dépendant de l'acceptation des prix du carbone en Chine et dans les pays de l'Union européenne, la croissance sera lente jusqu'en 2030, et même après. En 2050, on consacrera 230 milliards \$ à la capture et au stockage du carbone provenant du gaz naturel et du charbon. |
| | Gazéification | Gazéification du charbon pour le transformer en gaz synthétique ou en combustible. | Le Canada dispose de vastes ressources de charbon et de biomasse. Le marché mondial de l'équipement dans ces secteurs est évalué à 4 milliards \$, principalement en raison de la participation de la Chine. |
| Sources d'énergie renouvelables | Exploitation minière de l'uranium | Exploitation minière de l'uranium, gestion des résidus de l'exploitation minière de l'uranium. | Marché minier mondial de 14 milliards \$, le Canada possède les deuxièmes plus grandes réserves d'uranium et l'une des plus importantes entreprises d'exploitation minière d'uranium (Cameco). |
| | Technologie liée à l'énergie nucléaire | Réacteurs classiques, enrichissement de l'uranium, fusion nucléaire, microréacteurs. | D'ici 2050, il faudra de 45 à 50 gigawatts pour mettre hors de service ou réviser plusieurs réacteurs, notamment de catégorie CANDU. Le marché de l'enrichissement de l'uranium est évalué à 10 milliards \$ en 2020. La fabrication de nouveaux appareils coûtera entre 400 et 500 milliards \$, principalement en Chine et en Inde. Il y a beaucoup de difficultés qui s'offrent pour la fusion nucléaire et les microréacteurs. |
| | Énergie géothermique | Production d'électricité (équipement, ingénierie, gestion de projets), production combinée de chaleur et d'électricité. | Le Canada dispose d'un vaste potentiel géothermique qui n'est pas exploité. Il existe un marché, évalué à 3 milliards \$, dans ce domaine, principalement aux États-Unis et au Japon. L'exploitation est remise à plus tard à Onsen. L'Amérique du Sud offre certaines possibilités à cet égard. |
| | Hydro-électricité classique | Équipement et services pour hydro-électricité classique. | Plus de la moitié de la production électrique du Canada prendra la forme d'hydro-électricité jusqu'en 2050. À l'échelle mondiale, les dépenses en capital atteindront 420 milliards \$ en 2020 pour l'hydro-électricité classique. Les grands travaux sont surtout réalisés par les gouvernements. |
| | Hydro-électricité non classique | Production électrique au fil de l'eau, par énergie hydrocinétique et par énergie marine. | Le Canada possède des compétences naturelles dans ce domaine et dispose d'une technologie de pointe. Le développement technologique se traduira par l'ouverture de vastes marchés. |
| Transports | Trains et aéronefs perfectionnés | Trains électriques et transport collectif urbain, assemblage d'aéronefs, conception de moteurs. | La société Bombardier constitue le troisième plus important constructeur aéronautique (a affiché des recettes de 10 milliards \$ en 2011), en plus d'être un intervenant majeur dans le transport ferroviaire (avec des recettes de 10 milliards \$ en 2011). C'est un secteur qui attire des fournisseurs du monde entier et qui favorise la croissance intérieure. |
| | Systèmes de piles à combustible | Piles à combustible alimentées à l'hydrogène, infrastructures de recharge, piles à combustible pour stockage en réseau. | Le Canada a fait d'importants investissements dans la mise au point de piles à combustible alimentées à l'hydrogène. De vastes possibilités s'offrent au-delà des années 2020 à 2030, le tout dépendant de la réglementation sur les carburants et de la réduction des coûts liés à la technologie. |

Ces 24 domaines technologiques ont été évalués en se fondant sur leur attrait pour les marchés mondiaux et sur leurs avantages concurrentiels actuels pour le Canada

- Le Canada possède des avantages évidents.
- Le Canada pourrait accroître sa compétitivité mondiale.
- Le Canada pourrait être le chef de file dans ces marchés émergents.
- Possibilités à long terme pour le Canada.
- Le Canada pourrait ne pas fournir un soutien à large échelle.

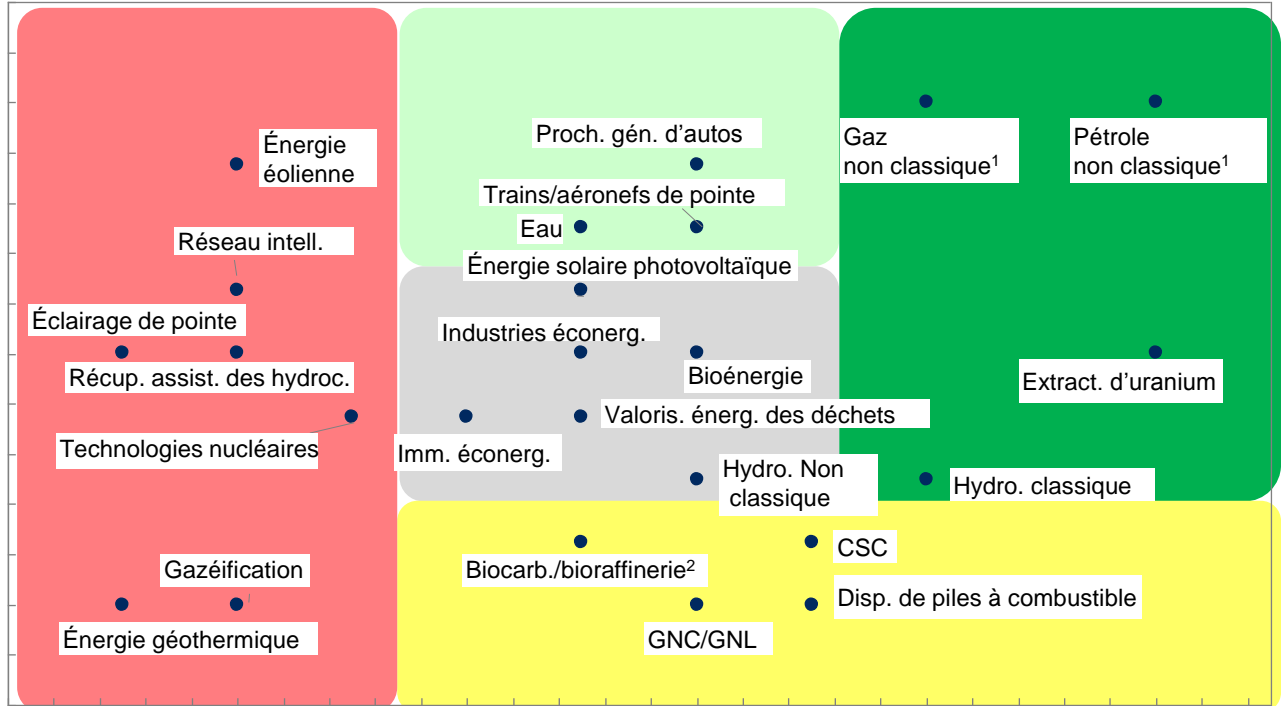
- Vaste marché d'exportation à l'échelle mondiale.
- Forte croissance prévue dans les 5 à 10 prochaines années.
- Accès évident aux marchés pour les entreprises canadiennes.

Marchés très prometteurs d'ici 2020

Attrait pour le marché international

- Marchés arrivés à maturité et plus affermis avec un potentiel de croissance limité.
- Petits marchés régionaux fragmentés.
- On ne sait pas trop comment les entreprises canadiennes peuvent en retirer des valeurs.

Marchés peu prometteurs d'ici 2020



D'autres pays ont un avantage durable clair

Compétitivité canadienne

Le Canada est fortement avantage, comparé aux autres pays

- Aucune ressource ni aucun avantage technologique imposants pour le Canada.
- Le marché est dominé par des sociétés mondiales avec peu d'interventions canadiennes.

- Avantages élevés pour le Canada en matière de ressources.
- Importants intervenants canadiens, notamment des chefs de file mondiaux dotés d'une technologie distinctive et faisant preuve de leadership sur les marchés.

1 Des ventes et des dépenses en capital à l'échelle mondiale uniquement pour le pétrole ou le gaz naturel canadiens.

2 Ventes et dépenses en capital à l'échelle mondiale pour les biocombustibles cellulosiques (y compris les résidus agricoles).

Dans certains cas, les gouvernements se trouvent dans une position privilégiée pour éliminer les obstacles qui se dressent devant la compétitivité technologique du Canada

Dans plusieurs domaines de la technologie de l'énergie, les forces du marché suffisent à éliminer les obstacles efficacement. À titre d'exemples, les intervenants du secteur industriel réalisent ce qui suit :

- Ils investissent dans les activités de recherche, de développement et de démonstration (comme pour la réduction des coûts liés à l'extraction des sables bitumineux ou encore la mise au point de certains éléments se rapportant aux transports de la prochaine génération).
- Ils font face aux enjeux structurels existants sur les marchés grâce à des modèles d'affaires adéquats et à la constitution de partenariats et de consortiums (comme avec les sociétés d'évaluation énergétique qui œuvrent de concert avec des sociétés technologiques et des clients afin d'aider ceux-ci à adopter des techniques à haut rendement énergétique).

Toutefois, lorsque les forces du marché ne réussissent pas à éliminer les obstacles qui se présentent, l'intervention du gouvernement se justifie.

- Il aide les sociétés énergétiques à contourner les « gouffres » qui jalonnent le cycle de vie de la commercialisation, lesquels prennent la forme de ce qui suit :
 - Les risques techniques élevés qui entourent la démonstration de la valeur d'une application, ce qui entraîne souvent l'interruption de cette dernière au stade de la science fondamentale.
 - La longue période menant à la commercialisation, ce qui rend difficile la cueillette de fonds des membres de l'industrie pour la réalisation de démonstrations et de projets pilotes.
 - Les coûts élevés en capital, ce qui empêche les membres de l'industrie de faire les investissements nécessaires à l'évolution du produit technologique le long de la « courbe d'apprentissage ».
- De plus, le gouvernement favorise les conditions commerciales nécessaires pour stimuler la demande, cela de la manière suivante :
 - Il contribue à éliminer l'absence de demande sur les marchés mondiaux pour certains éléments technologiques en raison de la mauvaise perception des consommateurs, laquelle n'est pas bien abordée par les mécanismes commerciaux.
 - Il aide à éliminer les obstacles structurels découlant de la complexité créée par la présence de multiples parties intéressées (p. ex., des locataires de maisons profitent des systèmes de chauffage et de climatisation éconergétiques, mais ce sont les propriétaires qui en couvrent les frais ; les nouvelles installations de transformation de résidus en énergie qui ne peuvent avoir accès au flux de déchets parce que les services publics ne sont pas incités à changer leurs méthodes de traitement).
 - Des problèmes sans issus entre les investissements dans les infrastructures et l'adoption d'une technologie énergétique en particulier (p. ex., véhicules électriques).

Il existe six catégories de leviers auxquels le gouvernement peut faire appel pour aider à éliminer les obstacles à l'amélioration de la compétitivité technologique du Canada

| | Exemples |
|---|---|
| Investissements directs | <ul style="list-style-type: none">▪ Laboratoires du gouvernement ; subventions à la recherche, au développement et à la démonstration ; attribution de capital de risque pour la commercialisation technologique.▪ Attribution de capitaux pour des activités pilotes ou de mise en valeur, notamment des activités d'acquisition (p. ex., diriger des activités de pointe liées à l'efficacité dans les bâtiments gouvernementaux). |
| Encouragements et financement | <ul style="list-style-type: none">▪ Prêts à faibles intérêts afin de stimuler l'adoption d'éléments technologiques.▪ Tarifs ou allègements fiscaux liés à l'adoption d'éléments technologiques. |
| Investissements dans les infrastructures | <ul style="list-style-type: none">▪ Investissements dans les infrastructures pour permettre le fonctionnement de certains secteurs (p. ex., des bornes de recharge pour les véhicules électriques). |
| Normes et règlements | <ul style="list-style-type: none">▪ Normes sur le rendement avec d'éventuels facteurs de dissuasion.▪ Licences et permis.▪ Lois de protection de la propriété intellectuelle. |
| Éducation et informations | <ul style="list-style-type: none">▪ Assurer le contrôle des données à l'intention des utilisateurs en bout de ligne.▪ L'étiquetage à l'intention des consommateurs (p. ex., Energy Star).▪ Investissements dans les capacités des travailleurs afin de faciliter le fonctionnement de certains secteurs (p. ex., établir les capacités dans le secteur de la construction à l'intention des chercheurs et des travailleurs sur le terrain). |
| Stimuler la collaboration | <ul style="list-style-type: none">▪ Établissement d'une vision et d'une stratégie nationales.▪ Établissement de réseaux et de liens entre les parties intéressées.▪ Offres multilatérales (p. ex., installation dans les maisons par des entreprises privées d'éléments technologiques favorisant l'efficacité énergétique, le tout financé par des services publics). |

Cinq « regroupements » naturels de possibilités pour que le gouvernement intervienne afin de maximiser les possibilités relatives aux technologies énergétiques

DÉTAILS AUX PAGES SUIVANTES

| Regroupement | Domaines technologiques | Évaluation du regroupement |
|---|--|---|
| 1 Pétrole et gaz non classiques | <ul style="list-style-type: none"> Pétrole non classique Gaz non classique | <ul style="list-style-type: none"> Les acteurs de l'industrie investissent déjà massivement dans les R-D et D technologiques et la commercialisation des technologies pétrolières et gazières Le gouvernement canadien peut conserver son avantage en favorisant la collaboration autour des technologies environnementales, afin d'obtenir le soutien de la collectivité |
| 2 La prochaine génération de transport | <ul style="list-style-type: none"> La prochaine génération d'automobiles GNC/GNL | <ul style="list-style-type: none"> Les acteurs de l'industrie investissent déjà massivement dans les R-D et D et la commercialisation des véhicules électriques ou les composants des véhicules hybrides rechargeables, en prévision des normes sur le rendement du carburant Le gouvernement canadien peut être un chef de file des règlements et des normes, et investir ponctuellement dans les meilleures technologies, pour s'assurer que le Canada continue d'être un centre de fabrication et de développer ses capacités en matière d'infrastructures exportables |
| 3 Technologies éconergétiques | <ul style="list-style-type: none"> Bâtiments éconergétiques Industries éconergétiques Eau | <ul style="list-style-type: none"> Le marché investit déjà dans le développement technologique, mais l'adoption et le développement sont lents en raison des défis structurels Les gouvernements canadiens peuvent susciter l'innovation au moyen de l'éducation, de mesures incitatives pour l'adoption précoce ou du renforcement progressif des normes réglementaires |
| 4 Production d'électricité décentralisée | <ul style="list-style-type: none"> Hydroélectricité non classique Bioénergie Transformation des déchets en énergie Énergie solaire | <ul style="list-style-type: none"> Croissance rapide et marché émergent, le Canada est l'un des multiples pays dotés de développement technologique, mais avec une concurrence de haut niveau Les gouvernements canadiens peuvent stimuler la compétitivité mondiale en déployant ponctuellement les leviers les plus appropriés (décrits à la diapositive 18), en fonction d'une analyse comparative des technologies canadiennes par rapport à la concurrence mondiale |
| 5 Possibilités à plus long terme | <ul style="list-style-type: none"> CSC Dispositifs de piles à combustible Bioraffineries et biocarburants | <ul style="list-style-type: none"> Les marchés sont potentiellement prometteurs, mais les perspectives et le choix du moment dépendent fortement des grands changements réglementaires ou de la percée technologique Attendre des développements clés ou que les grands investissements de l'industrie fassent diminuer le niveau de risque lié à la commercialisation pour offrir plus de soutien gouvernemental à grande échelle Offrir des « prix » en tant que mesures incitatives, afin d'accélérer le développement d'une option à faible risque |
| Les forces du marché sont efficaces | <ul style="list-style-type: none"> Hydroélectricité classique Extraction minière de l'uranium Trains/jets de pointe | <ul style="list-style-type: none"> Les chefs de file et les technologies du marché sont établis Puisque l'industrie privée investit en vue d'éliminer les obstacles (p. ex., technologie, obstacles liés aux coûts), le besoin de mesures gouvernementales est limité |

1 Les gouvernements canadiens pourraient soutenir les avantages liés au pétrole et au gaz naturel non classiques

| Domaines technologiques | Description des obstacles | Leviers offrant les meilleures possibilités | Justifications et exemples internationaux |
|---|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Pétrole et gaz naturel non classiques, traitement des eaux, qualité de l'air et remise en état des terrains | <ul style="list-style-type: none"> Il existe de nouvelles techniques environnementales, mais elles ont besoin d'être mises à l'épreuve à l'aide de travaux pilotes. Habituellement, les membres de l'industrie repoussent à plus tard les projets pilotes à grande échelle jusqu'à ce que la réglementation soit adoptée et mise en vigueur. Malgré la hausse des prix à court terme, les normes appliquées progressivement favorisent souvent la mise au point de nouvelles techniques environnementales qui offrent des attraits économiques à long terme et favorisent la compétitivité à l'échelle mondiale. | <ul style="list-style-type: none"> Favoriser l'établissement de liens de collaboration au sein de sociétés éventuellement compétitives afin de faciliter les transferts de techniques environnementales entre les secteurs (p. ex., les centres de recherche ou les consortiums). Envisager l'établissement de règlements et de normes afin de stimuler à long terme l'innovation à l'intérieur du pays. Fournir des encouragements aux entreprises privées (p. ex., des redevances provinciales réduites, le partage des risques, des prix de reconnaissance du gouvernement pour des solutions aux problèmes technologiques, etc.). | <ul style="list-style-type: none"> Accroître le rendement des techniques environnementales s'avère essentiel pour obtenir l'acceptation sociale de fonctionner et favoriser les exportations plus larges (p. ex., certaines régions interdisent l'exploitation du gaz de schiste). L'établissement de consortiums est susceptible de réduire la grille des coûts parmi les intervenants industriels. L'application progressive des règlements a prouvé son efficacité à stimuler l'innovation. Si les gouvernements canadiens font davantage preuve de dynamisme que les autres juridictions dans l'utilisation d'une réglementation adéquate, ils seront en mesure d'assurer la compétitivité à long terme des éléments technologiques du pays (comme dans le cas de l'efficacité des bâtiments en Californie et de l'eau à Singapour). Une fois mises au point, il sera possible d'exporter les techniques environnementales vers les autres régions ou les autres secteurs. |
| <ul style="list-style-type: none"> Pétrole non classique : techniques de forage et d'extraction | <ul style="list-style-type: none"> Abaisser les coûts liés au forage et à l'extraction s'avère important pour le maintien des avantages offerts au moment d'exploiter les ressources qui ne sont pas rentables actuellement. <ul style="list-style-type: none"> Si l'on veut démontrer sur place la viabilité d'une nouvelle technique d'extraction, il faut réaliser celle-ci à pleine échelle de grandeur. Les exploitants doivent faire le compromis de démontrer les nouvelles techniques et de laisser de côté la production immédiate. | <ul style="list-style-type: none"> Favoriser l'établissement de liens de collaboration entre les propriétaires des produits technologiques et les grandes compagnies pétrolières aident à la formation de consortiums regroupant ces principaux intervenants. Fournir des encouragements aux entreprises privées (p. ex., des redevances réduites, le partage des risques, des prix de reconnaissance du gouvernement pour des solutions aux problèmes technologiques, etc). | <ul style="list-style-type: none"> Les compagnies pétrolières investissent actuellement dans le développement technologique en réalisant des projets pilotes. Néanmoins, les gouvernements canadiens peuvent aider à accélérer ce processus grâce à des encouragements financiers (comme dans le cas du gaz de schiste aux États-Unis) et à l'établissement de liens entre les intervenants de l'industrie (comme dans le cas du développement du secteur pétrolier et gazier en Norvège). |

2 Les gouvernements canadiens pourraient cultiver le leadership canadien dans la prochaine génération de transport

| Domaine technologique | Description de l'obstacle | Les leviers potentiels les plus élevés | Justifications et exemples internationaux |
|--|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> La prochaine génération d'automobiles : accélérer l'adoption du véhicule hybride rechargeable au moyen d'une baisse de coûts | <ul style="list-style-type: none"> Tandis que l'industrie investit déjà dans des batteries, des moteurs à combustion interne et des véhicules légers, la rapidité de l'adoption dépend de la baisse des coûts pour atteindre le plus de personnes possible. | <ul style="list-style-type: none"> Des règlements et des normes sur l'efficacité du carburant pour régir les É.-U./l'UE Motiver les fournisseurs d'automobiles afin d'ériger une chaîne d'approvisionnement au Canada. | <ul style="list-style-type: none"> Si le Canada établit un règlement sur l'efficacité du carburant plus poussé et agressif que les É.-U./l'UE, il pourra cimenter le rôle du Canada en tant que site d'essai des nouvelles technologies (p. ex., l'efficacité des bâtiments en Californie). |
| <ul style="list-style-type: none"> La prochaine génération d'automobiles : l'infrastructure des véhicules hybrides rechargeables | <ul style="list-style-type: none"> L'incertitude quant aux normes sur l'imputation des frais, les progrès technologiques incertains et la concurrence entre les fabricants ont ralenti l'adoption des véhicules hybrides rechargeables Les fabricants attendent que la demande soit plus importante, avant d'investir dans les infrastructures. | <ul style="list-style-type: none"> Investissement dans les infrastructures – directement ou en coordination avec les firmes du secteur privé Favoriser la collaboration afin de susciter l'adoption d'une norme unifiée sur l'imputation des frais et permettre l'innovation et l'exportation des technologies/services en matière d'infrastructures canadiennes. | <ul style="list-style-type: none"> Le Canada pourrait être un précurseur des infrastructures, attirant des investissements étrangers pour des projets pilotes, puis développant des innovations et exportant des capacités. |
| <ul style="list-style-type: none"> La prochaine génération d'automobiles : les moteurs électriques bon marché | <ul style="list-style-type: none"> Les aimants permanents à base de terres rares sont des composantes de coût cruciales, pour les moteurs électriques La Chine a établi un approvisionnement de terres rares bon marché, étouffant les investissements dans l'exploitation minière des terres rares des autres pays <ul style="list-style-type: none"> Par conséquent, la Chine est devenue un chef de file mondial de la fabrication et de la technologie du moteur électrique, et les FEO de véhicules sont préoccupés par le manque de concurrence. | <ul style="list-style-type: none"> Investir dans les infrastructures en créant un approvisionnement en terres rares au Canada Motiver les FEO à être présents et à participer à un pôle d'échanges sur les moteurs électriques au Canada (p. ex., avantages fiscaux, réduction du coût des infrastructures, etc.) Règlements et normes liés aux incidences environnementales de l'exploitation minière de terres rares Favoriser la collaboration entre les sociétés minières, les fournisseurs d'automobiles et les FEO. | <ul style="list-style-type: none"> Pour réussir à rivaliser avec la Chine, il faudra des mesures pour accroître la compétitivité des coûts au Canada (p. ex., accroître l'ampleur des opérations en attirant de l'investissement direct étranger (IDE) (p. ex., semi-conducteurs à Taïwan, énergie éolienne au Danemark). |
| <ul style="list-style-type: none"> L'adoption du GNC/GNL | <ul style="list-style-type: none"> Les propriétaires de parcs sont réticents à investir dans une prime supplémentaire pour véhicule en raison de leur aversion du risque et de mauvaises expériences liées à l'inconstance des prix du GN Manque de codes et de normes sur le GNC/GNL. | <ul style="list-style-type: none"> Règlements et normes – susciter l'adoption de normes et les harmoniser avec celles des É.-U. Éduquer et informer les propriétaires de parcs des avantages qu'il y aurait à adopter le GNC/GNL. | <ul style="list-style-type: none"> Étant donné que les É.-U. seront le plus grand marché de parcs fonctionnant au GNC/GNL, le Canada pourrait avoir les mêmes normes et infrastructures pour permettre l'exportation Les investissements dans les infrastructures seraient également importants à plus long terme. |

3 Les gouvernements canadiens pourraient favoriser au pays le leadership en matière de technologie liée à l'efficacité énergétique

| Domaines technologiques | Description des obstacles | Leviers offrant les meilleures possibilités | Justifications et exemples internationaux |
|--|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Adoption de l'efficacité énergétique dans les bâtiments et le secteur industriel | <ul style="list-style-type: none"> Malgré le fait que la technologie soit prometteuse sur le plan économique, il existe des obstacles comme : <ul style="list-style-type: none"> une sensibilisation restreinte quant aux apports en matière d'efficacité énergétique ; l'aversion à l'égard des risques ; les constructeurs et les intervenants du secteur industriel concentrent leurs activités sur les profits à court terme ou doivent composer avec un manque de capitaux ; les mesures incitatives sont mal orientées (comme dans le cas des constructeurs par rapport aux propriétaires, des propriétaires par rapport aux locataires). | <ul style="list-style-type: none"> Règlements et normes – Il faudrait renforcer la réglementation fédérale, en plus d'encourager et d'assister les efforts déployés au niveau provincial (p. ex., les codes du bâtiment, la réglementation sur les services publics et le découplage des recettes, les vérifications énergétiques, ainsi que les améliorations en fonction de l'efficacité). Éduquer et informer les personnes concernant l'adoption, compte tenu de l'aversion à l'égard des risques. Des acquisitions directes pour les édifices du secteur public (p. ex., les établissements scolaires, les hôpitaux, etc.). Des mesures incitatives axées sur le secteur industriel (p. ex., prêt sans intérêts, le partage des économies d'énergie pour rembourser les dépenses en capital) afin de favoriser une adoption précoce. | <ul style="list-style-type: none"> L'absence d'adoption découle d'un manque de sensibilisation et de compréhension des avantages offerts, même si le coût total de participation peut s'avérer économiquement attirant. L'application progressive de règlements demeure la façon de faire la plus efficace (surtout pour les bâtiments), toutefois, l'éducation et les mesures incitatives constituent également des leviers très utiles pour l'adoption précoce (comme dans le cas de l'efficacité énergétique des bâtiments en Californie, ou encore celle du secteur industriel aux Pays-Bas). |
| <ul style="list-style-type: none"> Développement d'une nouvelle technologie pour l'efficacité énergétique dans les bâtiments et le secteur industriel | <ul style="list-style-type: none"> Le secteur des bâtiments est un marché de produits de base présentant des faibles marges de profit et une pénurie de compétences, le tout s'accompagnant de dépenses limitées en R-D-D dans des domaines choisis de la part des intervenants de l'industrie, freinant ainsi le développement d'une technologie révolutionnaire. Les petites compagnies innovantes ont du mal à attirer du financement pour le développement précoce et la réalisation de projets pilotes. | <ul style="list-style-type: none"> Des investissements directs dans les recherches menées par le gouvernement. Éduquer les personnes talentueuses au moyen de certains programmes et de financement servant à l'élaboration de recherches et d'activités de formation professionnelle liés au secteur. Des règlements et des normes servant à stimuler l'innovation dans le secteur privé. | <ul style="list-style-type: none"> En raison d'une absence de compétences en R-D-D dans les petites compagnies, le gouvernement du Canada devra faire des investissements directs à court terme. En parallèle, investir maintenant dans l'éducation au niveau industriel et mettre en place des règlements plus tard contribueront à produire des investissements privés (p. ex., l'éducation liée au secteur pétrolier et gazier en Norvège et aux semi-conducteurs à Taïwan). |
| <ul style="list-style-type: none"> Adoption de la technologie liée à l'efficacité énergétique dans le domaine de l'eau | <ul style="list-style-type: none"> Les services publics de distribution de l'eau préfèrent éviter les risques et sont lents à adopter les nouveaux produits technologiques. <ul style="list-style-type: none"> Ils préfèrent remettre à plus tard les investissements importants en capital. Ils favorisent l'établissement de marchés au niveau local en raison des expériences vécues précédemment. | <ul style="list-style-type: none"> Renforcer les règlements et les normes afin de favoriser l'innovation à l'intérieur du pays dans la technologie économique et d'attirer des investissements étrangers pour la réalisation de projets pilotes. Favoriser l'établissement de liens de collaboration entre les services publics et les intervenants de l'industrie afin d'encourager l'adoption. | <ul style="list-style-type: none"> Compte tenu de la forte présence au Canada de sociétés de traitement des eaux, il serait primordial de faire appel à la réglementation afin de susciter l'innovation et de maintenir nos avantages (comme dans le cas du traitement de l'eau à Singapour). |

4 Les gouvernements canadiens pourraient soutenir des techniques choisies de production répartie d'électricité – en fonction du calcul des risques et des avantages

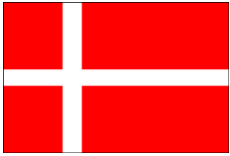
| Domaines technologiques | Description des obstacles | Leviers possibles à utiliser | Justifications et exemples internationaux |
|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Hydro-électricité non classique | <ul style="list-style-type: none"> Projets pilotes commerciaux à long terme pour prouver la fiabilité de la technologie. | <ul style="list-style-type: none"> Des investissements directs dans la réalisation de projets pilotes commerciaux concernant des installations à faibles chutes. Offrir des mesures incitatives pour l'adoption en garantissant les prix d'achat de l'électricité produite en excédent. | <ul style="list-style-type: none"> Grand potentiel d'hydro-électricité non classique à l'échelle mondiale. Le Canada dispose de vastes ressources et, éventuellement, des chefs de file en matière de technologie qui feront leur apparition. Une importante concurrence et le risque que des reproductions mènent à l'achat à l'étranger des droits canadiens de propriété intellectuelle avant que le Canada n'ait pu en retirer de bénéfices économiques. |
| <ul style="list-style-type: none"> Bio-énergie | <ul style="list-style-type: none"> Des projets pilotes pour faire progresser la technologie liée à la production combinée de chaleur et d'électricité tout au long de la courbe d'apprentissage, en particulier pour les installations à petite échelle. | <ul style="list-style-type: none"> Des investissements directs dans la production de projets pilotes à échelle commerciale portant sur les installations de production combinée de chaleur et d'électricité, cela afin de favoriser la progression le long de la courbe d'apprentissage, d'abaisser les coûts et de permettre l'exportation des systèmes dans leur entier. | <ul style="list-style-type: none"> Une importante croissance de la bio-énergie est prévue dans les pays membres de l'Union européenne en raison des objectifs visés pour 2020 concernant les énergies renouvelables. Le Canada fait preuve de leadership en matière de production combinée de chaleur et d'électricité découlant des activités du secteur des pâtes et papiers et des entreprises favorables à l'innovation. Les incertitudes qui caractérisent la réglementation relative à la biomasse en tant que source renouvelable d'électricité pourraient freiner la croissance à long terme. Il est difficile d'exporter les installations de grande envergure vers les pays de l'Union européenne. |
| <ul style="list-style-type: none"> Transformation des résidus en énergie | <ul style="list-style-type: none"> Il est difficile d'établir des sources d'approvisionnement en matières premières pour la transformation des résidus en énergie étant donné l'aversion des services publics à l'égard des risques lorsqu'ils concluent de nouveaux marchés. Il y a, au Canada, un manque de redevances de déversement. | <ul style="list-style-type: none"> Offrir des mesures incitatives aux services municipaux afin d'assurer la disponibilité des matières premières pour les entreprises de démarrage intéressées à la transformation des résidus en énergie. | <ul style="list-style-type: none"> Il existe, à l'échelle mondiale, un vaste potentiel inexploité pour la transformation des résidus en énergie, lequel découle de la grande densité de population en milieu urbain. Le Canada dispose de possibles chefs de file technologiques dans ce domaine. Achat à l'étranger des droits de propriété intellectuels canadiens se rapportant à la transformation des résidus en énergie avant que le Canada n'ait pu en retirer de bénéfices économiques. Faible marché au pays étant donné le manque de redevances de déversement; ce qui fait en sorte que les projets pilotes devront être réalisés aux États-Unis ou dans les pays membres de l'Union européenne. |
| <ul style="list-style-type: none"> Énergie solaire | <ul style="list-style-type: none"> Projets pilotes afin de faire la démonstration de systèmes photovoltaïques hors réseau et de réduire les coûts. | <ul style="list-style-type: none"> Des investissements directs dans le développement de projets pilotes canadiens liés aux systèmes photovoltaïques hors réseau. Offrir des mesures incitatives aux collectivités afin qu'elles participent à la réalisation de projets pilotes. | <ul style="list-style-type: none"> Possibilités de vastes marchés, particulièrement pour les pays en développement dotés de ressources en énergie solaire. Le Canada dispose de quelques produits technologiques et d'une entreprise de grande importance. Les ressources hors réseau en énergie solaire sont limitées au Canada. Les entreprises chinoises pourraient concentrer leurs activités sur les systèmes photovoltaïques hors réseau puisqu'il s'agit d'un créneau commercial important. |

5 Les gouvernements canadiens pourraient attendre certaines avancées majeures avant d'investir dans la technologie offrant des retombées possibles à long terme

| Domaines technologiques | Description des obstacles | Leviers possibles à utiliser | Développements nécessaires |
|---|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Capture et stockage du carbone | <ul style="list-style-type: none"> La technologie n'est pas économique sans des prix élevés pour le CO₂ élevés (entre 40 et 50 \$). | <ul style="list-style-type: none"> Des investissements directs dans la R-D-D et les projets pilotes portant sur la technologie liée à la capture et à la séquestration. Règlements et normes liés à la comptabilité du carbone et à la responsabilité relative à la séquestration. | <ul style="list-style-type: none"> Les États-Unis ou la Chine s'engagent à imposer un prix du carbone se situant entre 40 et 50 \$. L'industrie participe d'une manière substantielle ou accepte volontairement de réduire ses émissions, afin d'obtenir l'acceptation sociale de fonctionner. |
| <ul style="list-style-type: none"> Systèmes de piles à combustible | <ul style="list-style-type: none"> La technologie n'est pas encore économique sans des normes d'efficacité des carburants plus élevées. Des problèmes sans issue entourent les investissements dans les infrastructures. | <ul style="list-style-type: none"> Offrir des mesures incitatives à l'apport d'investissements étrangers dans la production canadienne de véhicules à piles à combustible. Des investissements directs dans la R-D-D liée à la technologie des piles à combustible. Des investissements dans les infrastructures afin de susciter l'adoption massive des piles à combustible. | <ul style="list-style-type: none"> Percées dans la recherche sur les catalyseurs. Un intervenant majeur investi dans les infrastructures. Un important fabricant d'équipement fait un pari majeur sur l'hydrogène, comme dans le cas de la production de masse pour les parcs de véhicules. |
| <ul style="list-style-type: none"> Bioraffineries et biocombustibles | <ul style="list-style-type: none"> Le coût de la technologie liée aux biocombustibles provenant de la biomasse ligneuse à faible teneur en carbone est élevé comparé aux autres biocombustibles de la deuxième génération. Les produits de la bioraffinerie ne sont pas encore bien définis (techniques thermiques ou biochimiques). | <ul style="list-style-type: none"> Des investissements directs dans la R-D-D et les installations pilotes. Offrir des mesures incitatives pour attirer les investissements étrangers en réduisant les risques liés aux approvisionnements en matières premières grâce à des marchés à long terme. Favoriser l'établissement de liens de collaboration afin de permettre l'intégration de la bioraffinerie et de la production combinée de chaleur et d'électricité (p. ex., gazéification). | <ul style="list-style-type: none"> Un mandat du gouvernement (ou d'une société privée à l'échelle mondiale) pour l'utilisation de bioplastiques ou d'autres bioproduits (p. ex., somme affecté pour répondre aux exigences liées aux combustibles à faible teneur en carbone). Percée dans la structure de coûts se rapportant aux techniques entourant les produits lignocellulosiques. Bioproduits homogènes et rentables issus des techniques de gazéification thermique (entraînant la valeur ajoutée en ce qui concerne la coordination avec la production combinée de chaleur et d'électricité). |

Annexe – études de cas, techniques individuelles

Étude de cas – l'énergie éolienne au Danemark



Dans les années 1980, le gouvernement du Danemark a reconnu la nécessité d'avoir une plus grande indépendance énergétique et moins d'émissions de GES.

- Il a pris la décision d'accepter des difficultés économiques à court terme pour obtenir des avantages à plus long terme.

Le gouvernement a utilisé de multiples leviers pour établir et faire croître son industrie éolienne, soit :

- des Investissements dans la R-D, y compris des centres d'essai des nouveaux éléments technologiques ;
- une diminution graduelle des subventions, une taxe sur le carbone et un programme de tarif d'alimentation avec raccordement garanti au réseau qui ont permis de réduire les risques pour les investisseurs en leur garantissant des recettes ;
- des normes technologiques pour assurer la qualité ;
- la stabilité de la demande a réduit les risques réglementaires et a permis de développer le secteur de l'énergie éolienne, encourageant les caisses de retraite danoises à y investir des fonds.

Aujourd'hui, le Danemark est indépendant sur le plan énergétique et détient 40 p. 100 des parts du marché du secteur de l'énergie éolienne.

Étude de cas – Efficacité énergétique dans le secteur industriel aux Pays-Bas



Le ministère des Affaires économiques a conclu des accords à long terme avec le secteur industriel sous forme de marchés librement consentis et axés sur la collaboration en vue de réduire la consommation d'énergie liée au fonctionnement et aux approvisionnements en matières premières.

- Les entreprises effectuent des évaluations se rapportant à l'efficacité énergétique, élaborent des plans liés à la réduction dans la consommation de l'énergie et aux retombées prévues, contrôlent les progrès réalisés et rédigent des rapports en faisant état.
- De nouveaux plans sont présentés tous les quatre ans afin de favoriser des améliorations ininterrompues et d'assurer l'uniformité des diverses sociétés et des membres de l'industrie de l'efficacité énergétique.
- Les mesures portant sur l'efficacité énergétique doivent être économiques et offrir des périodes de rendement étalées sur cinq ans ou moins.
- L'organisme gouvernemental Senternovem aide les diverses sociétés à concevoir les plans nécessaires, à se débrouiller avec les politiques en vigueur et à s'échanger les meilleures façons de faire.

Depuis son lancement dans les années 1990, le programme d'accords à long terme a abouti à ce qui suit :

- il a permis de conclure des marchés avec plus de 1 000 entreprises, ce qui représente 90 p. 100 de la consommation d'énergie dans le secteur industriel ;
- il a entraîné l'accroissement de l'efficacité énergétique dans une proportion de près de 20 p. 100.

Étude de cas – l'éthanol au Brésil



Un organisme national, l'Institut du sucre et de l'alcool, a été créé pour gérer l'industrie de l'éthanol.

- Investissements directs dans des travaux d'infrastructures.
- Crédit à faible coût et financement de l'industrie de la canne à sucre afin d'accroître les approvisionnements en matières premières.
- Mélange obligatoire d'éthanol dans les carburants ; objectifs fixés de fabrication volontaires et, ensuite, objectifs obligatoires fixés de fabrication de véhicules ne fonctionnant qu'à l'éthanol ; les membres de l'industrie ont eu suffisamment de temps pour s'adapter à la situation.
- Les parcs gouvernementaux de véhicules ne fonctionnant qu'à l'éthanol permettent l'établissement d'une demande uniforme.
- Éducation pour créer la demande des consommateurs.
- Collaboration avec le gouvernement des États-Unis afin de partager la technologie indispensable et de formuler des normes internationales.
- En réaction à la hausse de prix en 2011, le gouvernement a mis en œuvre une réduction temporaire du minimum de mélange de carburants, qui est passé de 25 à 18 p. 100.

Le Brésil s'est acquis une importante part du marché de l'éthanol.

- Deuxième plus grand producteur après les États-Unis.
- Plus grand exportateur pendant des années.

Étude de cas – Consommation efficace de l'eau à Singapour



Malgré des ressources naturelles limitées, Singapour est devenue de plus en plus efficace sur le plan énergétique en raison de la démarche globale de gestion adoptée par le gouvernement, c'est-à-dire :

- Les approvisionnements à l'échelle nationale se font en tenant compte de quatre éléments : l'acheminement de l'eau dans des bassins récepteurs au niveau local, les importations, le recyclage de l'eau et le dessalement.
- Il existe trois organismes qui dirigent la gestion des eaux, soit le ministère de l'Environnement et des Ressources en eau, la Régie des services publics et l'Agence nationale de l'environnement.
- Réglementation : une gestion attentive des terres par la Régie des services publics assure la protection des réservoirs d'eau contre la pollution.
- Le gouvernement a financé les installations de R-D et des campagnes de marketing en faveur de l'eau recyclée, appelées NEWater, une ressource utilisée dans les procédés industriels et alimentant les réserves d'eau potable. Le gouvernement a également financé la R-D et les installations de dessalement.
- Mesures incitatives : les prix ont été ajustés afin d'éliminer le versement de subventions et de refléter le coût total de l'approvisionnement en eau, encourageant ainsi la conservation.
- Favoriser la collaboration : on a mis sur pied le Conseil de l'environnement et de l'industrie de l'eau afin de soutenir le développement de Singapour en tant que pôle de recherche sur l'eau, notamment en attirant des investissements de l'étranger et du secteur privé.

Singapour est en voie de devenir indépendante en matière d'approvisionnements en eau.

- On a permis la fin des accords sur les eaux conclus avec la Malaisie en raison des besoins moins élevés de Singapour.
- L'eau recyclée répond à 30 p. 100 de la demande et le dessalement à 10 p. 100. On s'attend à ce que ces chiffres augmentent à 50 et 30 p. 100 dans les prochaines décennies.

Étude de cas – Efficacité énergétique dans les bâtiments en Californie



Le code *Title 24* de la Californie est à l'avant-garde des normes sur l'efficacité énergétique dans les bâtiments. ¹

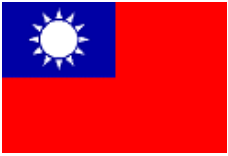
- Normes et règlements : La mise à jour du code en 2014 rendra les normes de la Californie les plus efficaces aux États-Unis et dans le monde.
- Le code devrait être de plus en plus strict dans les prochaines années tout en se caractérisant par la cohérence et le temps d'adaptation.
 - Un groupe d'ingénieurs indépendants décide de la valeur actuelle nette et des retombées se rapportant aux nouveaux éléments technologiques en lien avec l'efficacité énergétique.
 - Les éléments technologiques dont les retombées couvrent une période de sept ans ou moins sont inclus dans le code ; les constructeurs disposent de trois ans pour adopter les éléments nouvellement inclus.
- Des normes axées sur le rendement permettent une certaine souplesse dans la mise en œuvre.
 - Les constructeurs peuvent adopter les éléments technologiques désignés ou faire la démonstration, en ayant recours à des modèles approuvés par le gouvernement, d'éléments offrant un rendement équivalent, ce qui incite à l'innovation.
- Le tout s'harmonise avec les normes sur l'efficacité énergétique des appareils et les normes facultatives plus strictes.
- Des « frais sur les biens collectifs » s'ajoutent aux factures de services publics afin de financer les programmes d'efficacité énergétique et les mises à jour faits au Code du bâtiment ; un financement fiable assure la poursuite des activités liées à l'efficacité énergétique la cohérence au sein du secteur industriel.

Conséquence de son Code du bâtiment, des autres mesures sur l'efficacité énergétique et de certains effets sur le climat, la Californie s'enorgueillit de :

- la consommation d'énergie la deuxième moins élevée des États-Unis par habitant ;
- d'une croissance dans la consommation totale d'énergie la moins élevée de la majorité des États américains.

¹ Les comparaisons faites entre les codes sont complexifiées par les écarts climatiques, mais les normes de la Californie sont utilisées comme modèle par les autres juridictions, y compris les divers États américains et les autres pays.

Étude de cas – Semiconducteurs à Taïwan



L'intervention gouvernementale s'est fondée sur trois principes importants :

- la synchronisation accompagnée d'une vision à long terme ;
- des mesures prises dans une période soigneusement choisie, et notamment l'abandon du gouvernement le cas échéant ;
- la coordination des politiques tout au long de la chaîne des valeurs.

Le gouvernement a déterminé que le secteur de l'électronique constituait un nouveau domaine technologique rempli de promesses et a mis sur pied des organismes pour en faciliter la croissance.

- L'Electronics Research and Service Organization a été fondé pour orienter le développement de ce secteur, notamment en affectant des fonds pour la R-D.
- Le gouvernement a également financé l'établissement de centres de recherche dans plusieurs universités.
- Il a mis sur pied l'Industrial Technology Research Institute pour favoriser la collaboration entre l'industrie et les universités, en plus de faciliter les transferts technologiques entre les pays développés et les entreprises sur son territoire.
- Il a orienté les activités d'un autre organisme dans le but d'attirer les talents étrangers et expatriés, notamment en rationalisant l'immigration et en relevant le plafond salarial pour les employés étrangers travaillant au sein d'organisations financées par l'État.

Il a soutenu l'évolution jusqu'à maturité de l'industrie nationale grâce à des mesures incitatives fiscales, à l'accès aux connaissances et au financement de la R-D, à des prêts à bas intérêts et à des avantages destinés aux employés comme le logement et les soins médicaux.

Finalement, le gouvernement a établi des partenariats avec des membres du secteur privé afin de construire des fonderies qui, depuis, ont été privatisées et dominent les marchés mondiaux.

Étude de cas – Exportations en Israël



Israël exporte des biens à fortes valeurs ajoutées (24 p. 100 de produits chimiques, 20 p. 100 de produits électroniques ¹) vers un ensemble varié de marchés (24 p. 100 aux États-Unis, 30 p. 100 % dans les pays de l'Union européenne, 22 p. 100 en Asie et 24 p. 100 dans d'autres pays ²).

Plusieurs organismes gouvernementaux offrent du soutien aux sociétés nationales qui vendent à l'étranger.

- Le ministère des Affaires étrangères établit des Bureaux de représentation dans les marchés visés afin de présenter les sociétés israéliennes à de possibles partenaires commerciaux et d'offrir des ressources et des infrastructures (p. ex., des espaces à bureaux, ainsi que de l'aide pour se débrouiller avec la législation sur l'immigration).
- Les chambres de commerce des États-Unis et d'Israël établissent des liens entre les sociétés et les investisseurs américains d'une part, et les entreprises israéliennes d'autre part, cela afin de stimuler les échanges commerciaux et les investissements.
- L'Israel Export and International Cooperation Institute a été mis sur pied par le gouvernement et le secteur privé pour faciliter les exportations.

Les exportations annuelles d'Israël sont évaluées à 80 milliards de dollars canadiens.

¹ Ce qui comprend de l'équipement et des appareils de bureau.

² En excluant les diamants.

Étude de cas – Gaz de schiste aux États-Unis



Le gouvernement a accordé son soutien à chaque étape de la mise en valeur de l'industrie du gaz de schiste.

- La Loi sur les droits relatifs aux minéraux donne aux propriétaires fonciers, plutôt qu'au gouvernement, des droits stables à l'égard des ressources, ce qui en favorise l'exploration et l'exploitation.
- Les recherches financées par le gouvernement ont abouti à la mise au point de l'équipement et des procédés nécessaires.
- Les partenariats publics-privés ont permis de faire la démonstration des activités à échelle commerciale.
- Un crédit fiscal à la production, qui a duré près de 20 ans, a permis de stimuler celle-ci avant que le gaz de schiste ne devienne rentable par lui-même.
- Les règlements sont transparents et hautement normalisés, le tout avec quelques variations parmi les États.
- Il y a place à plus de recherches et de règlements environnementaux pour accroître l'acceptation publique.

Les États-Unis sont devenus des chefs de file mondiaux dans le domaine du gaz de schiste.

- Les sociétés et les activités des États-Unis sont à l'avant-garde du développement technologique.
- La rapide augmentation de la production a fait chuter les prix du gaz naturel, encourageant ainsi sa consommation et éveillant l'intérêt pour l'exploitation des ressources en gaz de schiste à l'extérieur des États-Unis.

Étude de cas – Pétrole et gaz naturel en Norvège



Le gouvernement s'est donné quatre tâches :

- Établir une vision à long terme, harmonisée avec celle des principaux intervenants, qui se manifeste dans des adaptations proactives aux règlements.
- Tirer profit de l'expérience des sociétés pétrolières internationales grâce à une politique judicieuse sur l'accès aux ressources dans le cas de l'exploration frontalière.
- Assurer la compétition entre les entreprises.
- Soutenir la R-D à l'échelle locale.

Le gouvernement s'est tourné vers quatre principaux instruments :

- Accéder au plateau continental norvégien pour attirer des intervenants étrangers munis de savoir-faire.
- Soutenir les intervenants de l'intérieur (y compris Statoil qui appartient au gouvernement).
 - Le système éducatif a été adapté afin de former des gens des régions et de développer des capacités de formation.
 - Le mécanisme de délivrance des permis a nécessité la participation d'intervenants nationaux dans toutes les activités pétrolières et gazières.
 - Les politiques (p. ex., les recommandations relatives aux permis, les co-entreprises facilitant le transfert de connaissances) ont favorisé la passation de marchés avec les intervenants nationaux des services et de l'équipement relatifs aux champs pétrolifères.
 - Le soutien a été retiré graduellement pour donner aux intervenants nationaux le temps de développer et d'établir une forte participation intérieure avant d'étendre les activités au niveau international.
- Les fréquentes adaptations du régime fiscal ont encouragé la recherche, l'exploration et la mise en valeur (p. ex., les investissements dans la R-D sont déduits du revenu imposable).
- Soutien à l'innovation au moyen d'une combinaison de leviers (p. ex., le programme de Statoil a abouti à des compétences techniques et financières, à la réalisation de projets pilotes, et à du mentorat pour le démarrage d'activités avec une technologie pétrolière et gazière).

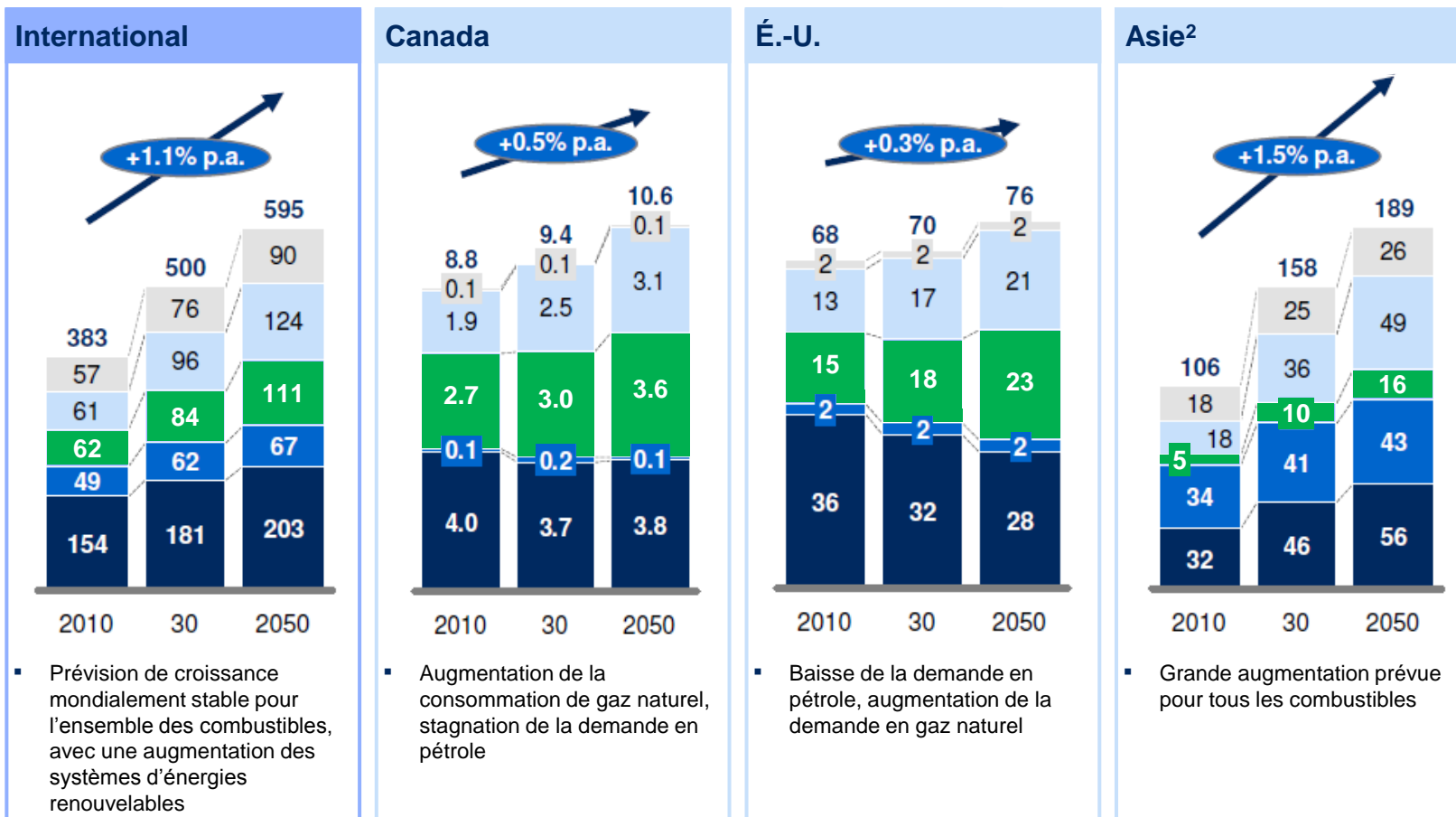
Aujourd'hui, la Norvège est le troisième plus grand exportateur de pétrole et le sixième plus grand producteur de gaz naturel.

- Les recettes de l'industrie pétrolière et gazière ont été incorporées à un grand fonds pétrolier et à des caisses de retraite.
- Le secteur des services et de l'équipement relatifs aux champs pétrolifères de la Norvège est un important secteur d'exportation dont près de la moitié des recettes (45 milliards de dollars en 2009) provient de ventes internationales.

Demande internationale d'énergie pour les combustibles fossiles et les autres types de combustible

Demande énergétique finale¹, en quadrillions de Btu

Autres³ GN Produits pétroliers
Électricité Charbon



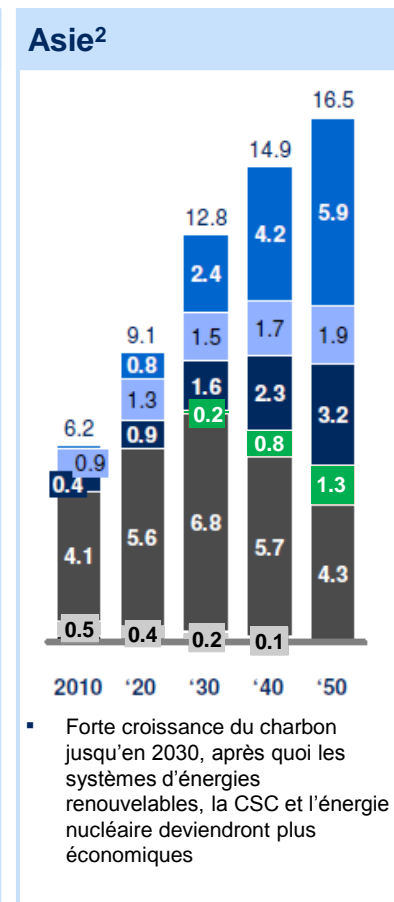
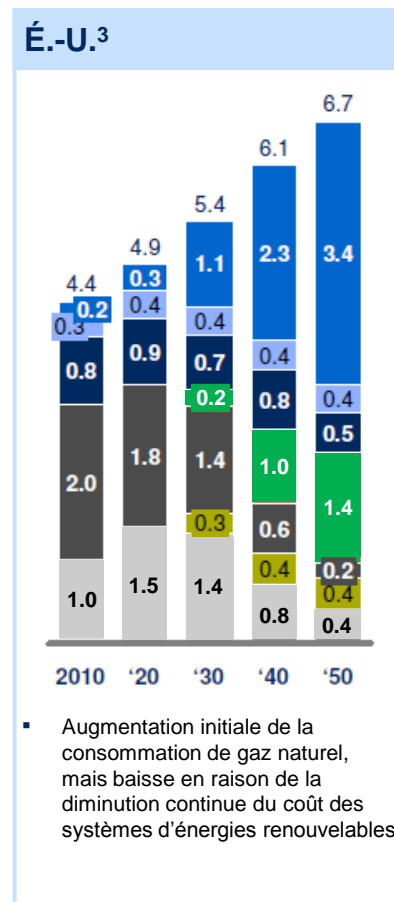
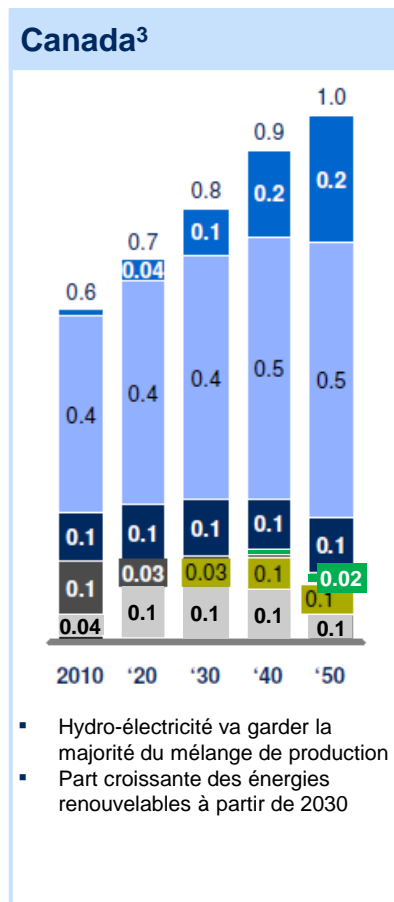
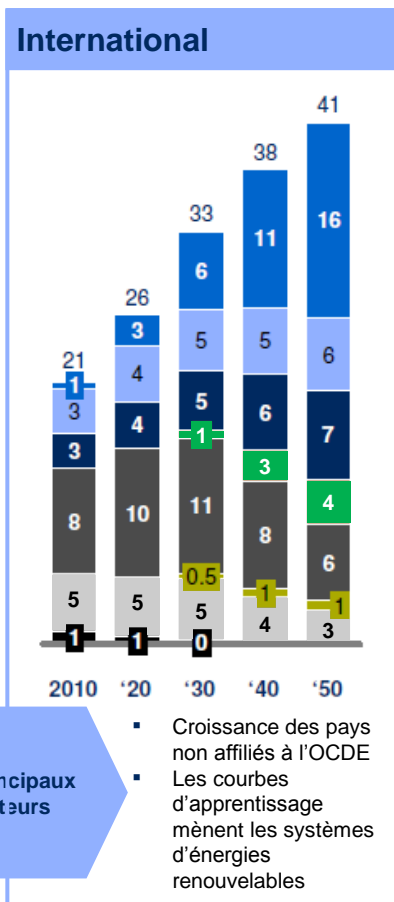
1 Diffère de la demande primaire en raison de l'exclusion des pertes en cours de conversion dans l'industrie de la production d'électricité.

2 L'Asie comprend l'Inde, la Chine et le Japon.

3 Les autres font référence à l'utilisation de produits de la biomasse, des énergies renouvelables, etc.

Mélange de combustibles pour la production d'électricité

Mélange de combustibles pour la production d'électricité⁴ (en 000 TWh)



1 Les systèmes d'énergies renouvelables sont les systèmes photovoltaïques, l'énergie solaire à concentration, l'énergie éolienne infracôtière, l'énergie éolienne extracôtière et la biomasse.

2 L'Asie comprend l'Inde, la Chine et le Japon

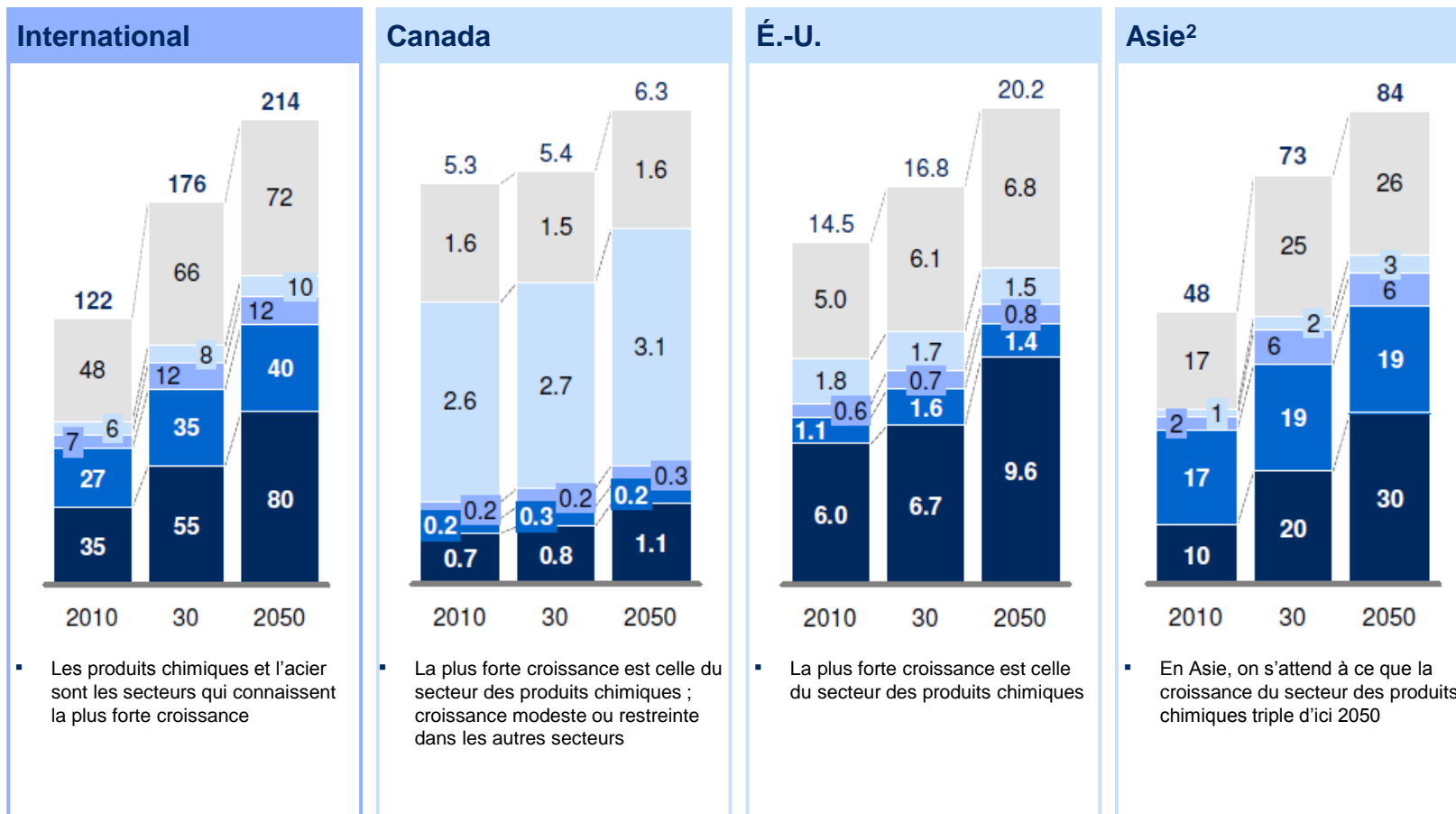
3 La capture et le stockage du carbone (CSC) sont rendus possibles grâce aux prix du CO₂ aux É.-U., en Chine et au Canada ; aucun prix du CO₂ n'est adopté dans les autres pays non affiliés à l'OCDE.

4 Tous les systèmes d'énergies renouvelables, d'énergie nucléaire et d'hydro-électricité sont utilisés pour la production d'électricité ; le charbon, le gaz naturel et les liquides utilisés pour la production d'électricité sont inclus à des fins de comparaison.

Demande d'énergie dans le secteur industriel

Demande énergétique finale par secteur¹, en quadrillions de Btu

Autres Autres métaux et exploitation minière Produits chimiques
Papier Acier



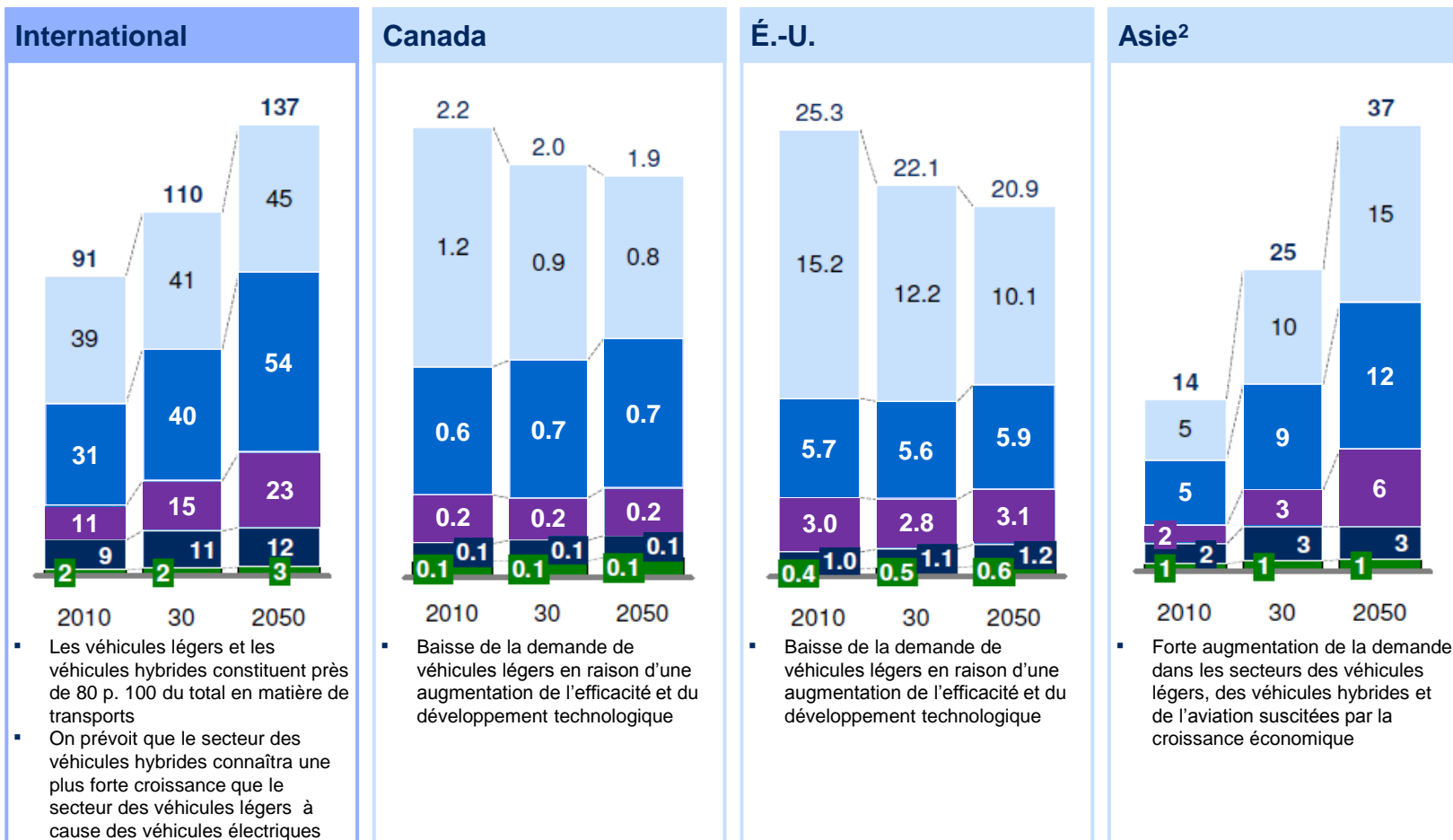
¹ Diffère de la demande primaire en raison de l'exclusion des pertes en cours de transformation dans le secteur de la production d'électricité.

² L'Asie comprend l'Inde, la Chine et le Japon.

Demande d'énergie dans le secteur des transports

Demande énergétique finale par secteur¹, en quadrillions de Btu

■ Véhicules légers ■ Aviation ■ Chemin de fer
■ Véhicules lourds ■ Transports maritimes



¹ Diffère de la demande primaire en raison de l'exclusion des pertes en cours de transformation dans le secteur de la production d'électricité.

² L'Asie comprend l'Inde, la Chine et le Japon.

Combustibles fossiles : le pétrole non classique

Domaines technologiques pris en considération

- Forage, extraction (y compris l'exploitation minière, le drainage par gravité au moyen de vapeur, etc.) des sables bitumineux
- Transformation (y compris valorisation et raffinage) du bitume et du pétrole lourd pour l'exportation
- Techniques et remise en état environnementales (eau, terre, air) ; gestion des résidus
- Oléoducs et technologie liée aux oléoducs sur le territoire canadien

Le Canada a un net avantage

Aperçu des marchés et de la technologie

Le marché des sables bitumineux est important et prend rapidement de l'expansion, stimulé par la demande mondiale en pétrole et les avancées en matière de technologie liée à l'extraction :

Gros marché mondial qui croît rapidement pour le pétrole brut extrait des sables bitumineux, économique quand le prix du pétrole est > 60-70 \$/baril

- Troisième plus grande réserve de pétrole (175 Gbep)
- D'ici 2020, le marché du pétrole dérivé des sables bitumineux est évalué entre 100 et 200 milliards \$, dont la plus grande croissance proviendra de sources sur place (80 p. 100)
- Plusieurs parcours jusqu'au marché, caractérisés par une économie des plus variables
 - Exporter vers les raffineries des États-Unis (rabais découlant de l'offre excédentaire et des coûts de transport)
 - Exporter vers les marchés internationaux (aujourd'hui limités par la capacité des oléoducs).
 - Utilisation au Canada (demande limitée).
 - Valorisation et exportation de produits plus raffinés (coûts élevés en capital, mais économies sur le transport)

Des projets pilotes à grande échelle sont nécessaires pour mettre à l'épreuve les nouveaux développements technologiques

- Tous les intervenants contribuent à l'amélioration du drainage par gravité au moyen de vapeur de première ligne – chauffage électrothermique et par fréquences radio-électriques, solvants, injection sur place de vapeur d'eau
- Amélioration continue de la technologie environnementale (eau, air, terre).

Les oléoducs sont essentiels à la distribution du pétrole et du gaz naturel

- En 2012, la construction d'oléoducs dans le monde entier a coûté 60 milliards \$.
- La majorité des oléoducs a été construite en Asie
- La plupart des innovations visent la sécurité et la réduction des coûts.

Les avantages offerts par le Canada

Le Canada possède de vastes ressources de sables bitumineux et plusieurs compagnies nationales bien placées pour les extraire et en exploiter la valeur :

Les sociétés canadiennes sont présentes tout au long de la chaîne des valeurs

- Activités continues de fusions et d'acquisitions.

Des techniques de pointe sont développées au Canada

- Le drainage par gravité au moyen de vapeur entraîne une collaboration réussie entre les gouvernements fédéral et provinciaux d'une part, et les membres de l'industrie d'autre part
- La Canada Oil Sands Innovation Alliance est un consortium canadien visant à améliorer la gestion des résidus, des GES et de la remise en état des terres.

L'accès du Canada aux marchés mondiaux pourrait être limité

- L'exportation de ressources est limitée par la capacité des pipelines
- Les raffineries canadiennes sont actuellement configurées pour des pétroles plus légers
- Les technologies canadiennes liées aux sables bitumineux pourraient ne pas être applicables à d'autres gisements de pétrole lourd (p. ex., Venezuela)

Expertise canadienne en matière de pipelines et de technologies de surveillance

- Grandes sociétés internationales
- Certaines technologies nouvelles pour que des robots d'intrusion surveillent l'épaisseur des parois de conduites
- Surveillance externe pour entendre s'il y a des changements dans la condition des pipelines

La thèse de l'investissement

Pour conserver son avantage, le Canada pourrait continuer d'innover rapidement en matière de forage, d'extraction et d'autres technologies, diminuer les obstacles à l'exportation du pétrole (p. ex., des pipelines plus rentables et sécuritaires), et chercher des applications supplémentaires aux technologies liées aux sables bitumineux

- **Baisser le coût des exportations de pétrole du Canada en continuant au moyen de projets pilotes et d'essais à pleine échelle de technologies d'extraction in situ**
 - Les multinationales font déjà beaucoup de travaux de R-D
- **Développer des technologies environnementales de pointe aux fins d'utilisation nationale et d'exportation dans d'autres marchés**
 - Les sables bitumineux nécessitent des technologies environnementales de pointe qui sont transférables à l'exploitation minière et à d'autres industries

Combustibles fossiles : le gaz non classique

Domaines technologiques pris en considération

- Extraction du gaz de schiste (forage, fracturation, complétion, gestion environnementale)
- Gestion de la chaîne d'approvisionnement, gestion des services extérieurs, exploration sur le terrain et évaluation
- Technologies de conversion du gaz naturel en carburant liquide

Le Canada a un net avantage

Aperçu du marché et des technologies

Grand marché qui croît rapidement à l'échelle internationale avec de plus en plus d'améliorations technologiques. Croissance rapide portée par les technologies de forage et de fracturation

- Gaz de schiste : 30 % de production de gaz de l'A.N. et 50 % de production de gaz des É.-U., d'ici 2020
 - 16-30 % viendra de l'extérieur de l'A.N. : Chine et Australie
- D'ici 2020, dépenses de services de champs de pétrole en A.N. 38 G\$ (schiste), 7 G\$ (de réservoirs étanches) <1 G\$ (MH), 18 G\$ (forage)

De plus en plus d'améliorations technologiques

- Innovation du forage progressif, pratique, facilement copié, spécialisé en géologie
- Possibilités dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement, la gestion des services extérieurs, l'exploration sur le terrain, le réseau

L'opposition environnementale soulève des défis et des possibilités

- Interdiction de la fracturation au Québec et en France
- Quelques préoccupations concernant l'activité sismique
- Les préoccupations liées à la pollution de l'eau pourraient mener au traitement des eaux

La technologie de conversion du gaz naturel en carburant liquide est énergivore et n'est pas bien maîtrisée; certaines améliorations progressives pour desservir de plus petits champs

L'avantage du Canada

Le Canada a de nombreuses ressources de gaz de schiste et un peu d'expertise en matière de forage de puits horizontaux
Le Canada a d'importantes ressources de gaz de schiste

- Nombreuses ressources en Ontario, au Québec, en C.-B., en Alberta, en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick
 - Les schistes d'Utica de l'Ordovicien et les schistes Muskwa du Dévonien possèdent 10 Bpc de gaz récupérable

Le Canada a de l'expertise en matière de forage de puits horizontaux, mais pas de propriétaires de la technologie

- Les services et le matériel relatifs aux champs pétrolifères des É.-U. ont 40 % des parts du marché du pompage et de la fracturation, et 80 % du marché de la complétion

Le Canada a de nombreuses plus petites compagnies de forage dotées d'une expertise en matière de bassins schisteux canadiens

- Forage, pompes, conduites et fracturation : environ 50-60 % des coûts
- Les multinationales veulent développer de plus petits exploitants (<50 appareils de forage) dans de plus grandes compagnies régionales dotées de bilans
- Il y a un potentiel d'activités à l'extérieur du Canada (p. ex., A.N. ou Chine), mais il dépend de la géologie

Le Canada a peu de technologies de conversion du gaz naturel en carburant liquide, mais il attire un potentiel de conversion du gaz naturel en carburant liquide en raison de ses vastes ressources

La thèse de l'investissement

Pour conserver son avantage, le Canada pourrait chercher des occasions d'exporter le gaz de schiste, de stimuler le marché national du GN et d'exporter ses services

Services de gaz national et régional (forage, eau) dans les bassins canadiens

- Les acteurs régionaux du Canada ont l'avantage des premiers arrivants, surtout si le règlement sur l'eau et d'autres règlements sont systématiquement renforcés
- Exportation possible des services (probablement pas de la technologie) dans les régions internationales où le gaz de schiste est semblable à Horn River, Montney, ou là où les règlements sur l'eau sont également renforcés

Permettre aux acteurs canadiens d'accéder à d'autres domaines technologiques

- Le GN canadien a la possibilité d'accroître sa part du marché en profitant de son accès aux foreurs/fournisseurs régionaux et locaux

Combustibles fossiles : la récupération assistée des hydrocarbures

Domaines technologiques pris en considération

- Récupération assistée des hydrocarbures (RAH) au moyen de l'injection thermique, de CO₂ ou d'hydrocarbures (comprend les dépenses d'investissement et activités)
- Récupération du méthane de houille (MH) au moyen de l'injection de CO₂ (comprend les investissements et activités)
- Extraction d'hydrates de gaz

D'autres pays ont un avantage clair

Aperçu du marché et des technologies

La récupération assistée des hydrocarbures est un grand marché en pleine croissance qui est porté par l'épuisement de grands gisements pétroliers et l'augmentation des prix du pétrole et du gaz, avec des technologies bien maîtrisées pour la RAH et de la place pour le développement technologique lié au MH

Grand marché dont la croissance est modérée, portée par la RAH aux É.-U. et le MH en Chine

- Marché de 126 G\$ en 2011 pour la RAH, croissance modérée portée par les É.-U., où se trouvent de grands gisements de CO₂ naturel
- Marché de 9 G\$ en 2011 pour le MH, croissance élevée portée par le manque de gaz naturel en Chine

Technologie relativement bien maîtrisée pour la RAH, mais peu maîtrisée pour le MH et les hydrates de gaz

- Les technologies de la RAH sont bien établies, même si maintenant, on expérimente l'injection de GN
- Les technologies du MH ne sont pas encore bien maîtrisées
- L'extraction d'hydrates de gaz en est toujours au stade de R-D, non économique

L'attrait économique dépend des prix du pétrole et du gaz

- La RAH et le MH ne sont économiques qu'à des prix plus élevés; il pourrait ne pas être raisonnable, du point de vue économique, de développer la RAH dans le contexte d'offre excédentaire de gaz que l'on connaît actuellement

L'avantage du Canada

Le Canada a de grandes ressources naturelles de pétrole et de charbon, mais les É.-U., la Chine et la Russie sont les chefs de file de la technologie et du marché, aujourd'hui.

Le Canada a de grandes ressources de pétrole et de charbon

- Troisième plus grandes ressources de pétrole non classique
- Grands gisements de charbon, mais seulement le 10^e plus grand producteur de charbon, étant donné les ressources nationales d'hydroélectricité
- Actuellement, le MH n'est pas économique en raison du gaz de schiste
- Le méthane hydraté ne sera pas économique tant que les ressources de gaz de schiste et de MH ne seront pas épuisées

Le Canada a une certaine expertise en subsurface, mais les É.-U./la Chine ont une expertise propre à l'application

- Projet de RAH de CO₂ Weyburn-Midale et de séquestration en cours depuis 2000
- Plusieurs acteurs canadiens sont les chefs de file des innovations (p. ex., polymères et injection d'eau)
- Aujourd'hui, l'expertise propre à la RAH se trouve aux É.-U., possédée par les grands acteurs pétroliers et gaziers
- Aujourd'hui, l'expertise propre au MH se trouve en Chine et en Russie, possédée par les sociétés nationales et les universités
- Les sociétés canadiennes développent des technologies en vue d'une extraction économique des hydrates de gaz

La thèse de l'investissement

Le Canada peut tirer le meilleur parti en adoptant la RAH pour ses réserves de pétrole classique, et à long terme, collaborer avec la Chine afin de développer les techniques d'extraction du MH

Adopter la RAH pour le pétrole classique et exporter le pétrole aux É.-U./en Chine

- La RAH ajoute un autre coût de 20-25 \$/baril aux activités régulières, et n'est par conséquent économique qu'à des prix du pétrole supérieurs à 60-70 \$/baril, lesquels devraient se poursuivre

Collaborer avec la Chine afin de développer un MH plus efficace et de baisser le coût des techniques liées à la RAH

- Aujourd'hui, il y a des problèmes avec l'injection de CO₂ dans le MH, qui cause des fissures
- Collaboration avec les universités ou les sociétés chinoises

Combustibles fossiles : la capture et le stockage du carbone

Domaines technologiques pris en considération

- Capture précombustion, oxycombustion, capture post-combustion du carbone
- Stockage et transport du carbone
- Nouvelles constructions pour le CSC du charbon et du gaz naturel, rénovation du CSC

Possibilités à long terme

Aperçu du marché et des technologies

Le marché du CSC est petit, sa croissance dépend du prix du carbone (probablement 2030 et +), et il n'a toujours pas de trajectoire technologique claire :

Le CSC pourrait croître lentement jusqu'en 2030 et +, et a besoin d'un marché du carbone doté de prix élevés du CO₂

- Porté par la croissance de la RAH
- 4,2 G\$ de dépenses d'investissement en 2020, surtout dans le CSC du GN
- 260 G\$ de dépenses d'investissement en 2030, même le CSC de mélange de gaz, le CSC du charbon et les rénovations, bien que le bon moment dépende de l'adoption réglementaire du prix du carbone

Les technologies ne sont toujours pas bien maîtrisées et on n'a pas de gagnant clair

- L'oxycombustion et les captures précombustion et post-combustion sont toutes prometteuses dans le cadre d'essais au banc et de projets pilotes, mais il faut les tester à l'échelle
- Il faut aussi que le coût des technologies de stockage et de transport baisse, tandis qu'on étudie de nouvelles méthodes (p. ex., la séquestration du ciment)

Opinion publique incertaine quant à la consommation d'énergie supplémentaire et aux fuites de CO₂

- Incertitudes publiques concernant les émissions spontanées de CO₂
- Plan d'élimination graduelle de l'énergie provenant du charbon, en Ontario
- Indécision quant au prix du carbone

L'avantage du Canada

Le Canada a fait d'importants investissements dans le développement et les projets pilotes liés à la technologie de CSC

Importants investissements faits par le gouvernement canadien

- Fédéral : 1,4 G\$ en 2008
- Alberta : 2 G\$ en 2008

Plusieurs projets à l'échelle industrielle et à grande échelle sont en cours

Un peu d'activités de développement technologique de démarrage

La thèse de l'investissement

Le Canada peut saisir de la valeur en continuant les R-D à long terme tout en les jumelant avec les procédés industriels actuels pour faire des profits à court terme

R-D à long terme pour les nouvelles constructions ou les rénovations

- Permet le développement de nouvelles sciences et la croissance de R-D privés, au Canada
 - Nouvelles technologies ou améliorations importantes probablement dans 10 ans et +, c.-à-d., 2^e génération de CSC

Développer des procédés qui cogèrent ou utilisent du CO₂

- Retirer du CO₂ localement dans le cadre d'un procédé de fabrication de produits
- CO₂ utilisé pour former du carbonate dans l'exploitation minière, afin de séparer les minéraux communs du fer
- Production directe de CO₂ liquide
- La plupart des économies viennent du regroupement de la production et de l'utilisation de CO₂

Combustibles fossiles : la gazéification

Domaines technologiques pris en considération

- Matériel de gazéification qui transforme le charbon en produits chimiques ou en gaz de combustion
- On ne tient pas compte des technologies qui transforment la biomasse ou les déchets urbains solides en combustibles

D'autres pays ont un avantage clair

Aperçu du marché et des technologies

Le marché de la gazéification est petit et sa croissance est modérée, avec quelques applications régionales (c.-à-d., la Chine)

Petit marché dont la croissance est modérée, surtout portée par la Chine

- Marché mondial de 4 G\$ de matériel. On prévoit qu'il connaîtra une croissance rapide jusqu'à la fin de 2015, puis que celle-ci ralentira
- Il y a de nombreux projets de gazéification du charbon dans la fabrication de produits chimiques et l'industrie énergétique de la Chine

Technologie relativement bien maîtrisée, mais pas économique sans subventions

- La technologie de gazéification du charbon est relativement bien maîtrisée
- Nécessite le financement du gouvernement, pour être économique

L'attrait économique dépend des forces dynamiques des mélanges de carburants locaux et du gouvernement régional

- La gazéification du charbon est prometteuse en Chine, aujourd'hui, parce que ce pays a beaucoup de charbon et peu de gaz, ainsi qu'une grande industrie de produits chimiques
- La gazéification du charbon n'est pas prometteuse pour la plupart des régions, du point de vue économique
- Les projets de gazéification du charbon sont régis par le gouvernement chinois

L'avantage du Canada

Bien que le Canada ait de grands gisements de charbon, l'utilisation de technologies de gazéification à l'échelle nationale a une valeur économique limitée, et les chefs de file mondiaux des technologies de gazéification se concentrent sur d'autres marchés

Le Canada a de grands gisements de charbon, mais le besoin national de gazéification est limité

- Grands gisements de charbon, mais seulement le 10^e plus grand producteur de charbon, puisque l'hydroélectricité et l'énergie nucléaire canadiennes sont peu coûteuses
- 3^{es} plus grandes forêts au monde
- Vu l'abondance du gaz naturel au Canada, il y a un besoin limité de gazéification nationale

Le Canada a un marché et une présence technologique limités, en matière de gazéification

- Les acteurs chinois pénètrent le marché avec des produits d'imitation

La thèse de l'investissement

Les possibilités technologiques du Canada sont limitées, pour l'adoption de technologies de gazéification à la biomasse

La gazéification produit du gaz synthétique, qui pourrait être utilisé comme précurseur, pour les matériaux industriels et les combustibles de plus grande valeur

- Travaux de R-D en vue d'améliorer le mélange de CO/H₂ du gaz synthétique
- Il sera probablement plus coûteux que les produits dérivés classiques, mais pourrait être économique avec l'utilisation de résidus de biomasse (voir biocarburants/bioraffinerie)

Nous ne pourrions probablement pas exporter le matériel et les services en Chine

- Il y a déjà des chefs de file mondiaux dans le marché chinois
- La Chine développe déjà des acteurs technologiques nationaux

Énergies renouvelables et propres : l'énergie solaire photovoltaïque

Domaines technologiques pris en considération

- Début de la chaîne de valeur (polySi, lingot/tranche, cellule/module) banalisé – pressions considérables sur les coûts, grands acteurs mondiaux
- La chaîne des valeurs liée au reste des éléments (onduleur, monture, câbles, installation) exerce des pressions considérables sur les coûts
- Accroissement de la spécialisation de la chaîne des valeurs plus tard (développement de projets, ingénierie, acquisitions, construction, propriété de la production d'électricité)
- Énergie solaire photovoltaïque concentrée

Le Canada pourrait devenir le chef de file de ce nouveau marché

Aperçu du marché et des technologies

Grand marché à croissance rapide, mais très banalisé par la majeure partie de la chaîne de valeur (avec la Chine, qui domine la fabrication) :

On prévoit que le marché des panneaux photovoltaïques atteindra 325 G\$ d'ici 2020 et 962 G\$ d'ici 2030

- Marché porté par la demande croissante d'électricité et les coûts de production en baisse (40 % d'ici 2015 et 60 % d'ici 2030)
- Grandes dépenses en Asie (440 G\$ en 2030) pour répondre au besoin d'électricité

La chaîne de valeur est banalisée, quelques possibilités dans les applications du marché à créneaux en aval

- La plupart des innovations se font au moyen d'améliorations progressives, quant à l'efficacité et l'échelle
- Les grands investissements en Chine ont suscité une offre excédentaire qui provoquera une consolidation en amont
- Le marché en aval deviendra spécialisé afin de répondre aux besoins finaux des consommateurs

Petit marché de l'énergie solaire photovoltaïque concentrée, technologie à l'étape de projet pilote

- De nombreuses sociétés sont insolvables ou font l'objet d'acquisitions
- Concurrence à long terme avec le peu coûteux module photovoltaïque en couches minces
- La concurrence a surtout lieu dans les plus grandes installations à ensoleillement direct
- Coûts d'entrée moins élevés en raison du moins grand contenu d'énergie solaire photovoltaïque
- L'industrie du concentrateur photovoltaïque a installé 40 MW en 2011

L'avantage du Canada

Le Canada a une société solaire à grande échelle qui est un acteur bon marché établi, et plusieurs compagnies plus petites ayant des besoins limités en matière d'énergie solaire

Le Canada a plusieurs compagnies plus petites avec beaucoup de soutien en capital-risque, mais il a de la difficulté à conquérir le marché

- >150 M de capital-risque payés, à ce jour
- Mélange de sociétés le long de la chaîne de valeur
- De nombreuses sociétés sont en cours d'acquisition ou sont confrontées à d'importants problèmes d'exploitation¹

Le Canada a peu de besoins nationaux d'énergie solaire, sauf dans certains créneaux

- L'énergie solaire est plus coûteuse, même durant les heures d'affluence, puisque l'hydroélectricité et l'énergie nucléaire constituent la charge de base et que le gaz sert durant les heures d'affluence
- Pourrait jouer d'un avantage dans la production d'électricité hors réseau et rurale

La thèse de l'investissement

Le Canada pourrait se concentrer sur des créneaux comme la production d'électricité hors réseau pour l'usage domestique et l'utilisation possible de l'exportation

Production d'électricité hors réseau

- Les zones hors réseau (p. ex., zones rurales avec des coûts de distribution élevés) pourraient bénéficier d'une production d'électricité locale
- Si le Canada développe des solutions intégrées (p. ex., solaire + diesel + eau), celles-ci pourraient être exportables aux pays en développement

Favoriser la croissance en aval des intégrateurs et applications de systèmes solaires

- De plus petits acteurs peuvent desservir les services publics régionaux et les sociétés dans les applications nationales de réseaux électriques intelligents
- Avec suffisamment d'expertise, elles pourraient s'étendre au marché de l'A.N.

Rôle du créneau dans l'énergie solaire photovoltaïque concentrée

- De nombreux défis de l'énergie solaire photovoltaïque viennent de l'intégration et de l'installation des systèmes
- La présence d'un avantage canadien durable n'est pas claire

Énergies renouvelables et propres : l'énergie éolienne

Domaines technologiques pris en considération

- Fournisseurs d'éoliennes (tour, pale, générateur, électronique de puissance), FEO et exploitants
- Chaînes dynamiques de pointe (p. ex., générateurs à aimant permanent, multiplicateurs de vitesse de pointe, rotors, prévisions relatives au vent)

D'autres pays ont un avantage clair

Aperçu du marché et des technologies

Le marché mondial de l'énergie éolienne est grand, mais surtout déterminé par les coûts, avec de grands acteurs à l'extérieur du Canada et de plus en plus d'innovations technologiques

Le marché mondial de l'énergie éolienne augmentera à 680 G\$, d'ici 2020

- La plus grande croissance a lieu aux É.-U., en Europe et en Chine

La majeure partie de la chaîne de valeur est déterminée par les coûts, avec de plus en plus d'innovations technologiques

- L'entrée des fabricants chinois a suscité une grande pression sur les coûts
- La normalisation grandissante des composantes mène à la banalisation
- Les FEO, en optimisant les chaînes d'approvisionnement, mettent aussi de la pression sur les fournisseurs

Continuation des innovations technologiques croissantes

- Augmentation de la fiabilité de la chaîne dynamique au moyen de nouvelles technologies pour le multiplicateur de vitesse et le générateur
- Augmentation de l'efficacité globale au moyen des prévisions relatives au vent, de la modulation dynamique de la charge et de la conception du rotor

L'avantage du Canada

Bien que le Canada ait des ressources éoliennes nationales, la majeure partie de l'électricité proviendra de l'hydroélectricité/énergie nucléaire, et l'énergie éolienne n'a pas d'acteurs bien établis, en matière d'aérogénérateurs

Le Canada a des ressources éoliennes nationales

- Le Canada a de vastes zones convenant aux parcs éoliens
- L'énergie éolienne pourrait être rentable pour les régions éloignées où la distribution d'énergie sur une longue distance est coûteuse

La majeure partie de la fabrication et de l'innovation sera menée par les acteurs de la Chine et de l'UE

- Dans la plupart des régions, le Canada n'aura pas d'avantages quant au coût ou à l'expertise
- La proximité des É.-U. ne réduit pas suffisamment les coûts pour pouvoir rivaliser avec la production extracôtière
- Les composantes spécialisées (p. ex., pales pour climat froid) pourraient constituer un créneau, mais seront en concurrence avec le Danemark et d'autres pays de l'UE ayant des climats froids

L'énergie éolienne est politiquement favorable, et il y a un programme FIT, en Ontario

- Les programmes FIT ont favorisé l'installation de parcs éoliens

La thèse de l'investissement

La possibilité du Canada se limite au créneau de la consommation nationale

Production d'électricité hors réseau

- L'énergie éolienne pourrait être plus économique pour le créneau des applications éloignées, où la distribution sur une longue distance est coûteuse
- En concurrence avec le gaz naturel et le charbon, ne convient pas en tant que seule source énergétique de base

Systèmes d'énergie renouvelable supplémentaires

- La valeur économique nette doit être déterminée à la lumière des productions d'énergie hydroélectrique et nucléaire peu coûteuses

Approvisionnement en composantes de haute technologie

- Les plus petits fournisseurs pourraient développer des composantes et des technologies opérationnelles de pointe (p. ex., prévisions relatives au vent, modulation de charge)
- La présence d'un avantage canadien durable n'est pas claire

Énergies renouvelables et propres : l'énergie géothermique

Domaines technologiques pris en considération

- Production d'énergie au moyen de ressources géothermiques
- Applications de production combinée de chaleur et d'électricité
- Ne comprend pas les applications de thermopompe utilisant le sol comme source de chaleur

D'autres pays ont un avantage clair

Aperçu du marché et des technologies

Le marché de l'énergie géothermique est petit, sa croissance est lente et sa technologie est bien maîtrisée

Marché dont la croissance est faible et lente

- Aujourd'hui, petit marché de 3 G\$, surtout aux É.-U. et au Japon
- La majeure partie de l'énergie géothermique du Canada est située près de l'hydroélectricité bon marché, alors il y a peu de mesures incitatives pour que les services publics développent des capacités géothermiques

La technologie est bien maîtrisée et il y a des chefs de file mondiaux bien établis

- La technologie de production d'énergie est bien maîtrisée dans l'ensemble de la chaîne de valeur
- Les technologies de production combinée de chaleur et d'électricité sont également relativement bien maîtrisées
- La technologie mondiale et les chefs de file du marché sont déjà bien établis (É.-U., Japon)

L'avantage du Canada

Bien que le Canada ait un grand potentiel géothermique, la majeure partie de ses possibilités ne sont pas économiques, étant donné les ressources d'hydroélectricité, et la plupart des chefs de file de la technologie sont aux É.-U. et au Japon

Le Canada a un grand potentiel géothermique ainsi que de l'expérience et de l'expertise en forage/exploration

- Grand potentiel inexploité de ressources géothermiques, mais pas aussi prometteur que dans d'autres pays
- Sur le plan historique, elle n'a pas été développée, vu la disponibilité de l'hydroélectricité et de l'énergie nucléaire
- Eau chaude venant à la surface grâce à des activités classiques
- Bassin sédimentaire de l'Ouest canadien cartographié
- Large effectif et infrastructure d'affaire pour le forage dans l'Ouest canadien

Les É.-U. et le Japon constituent le marché et les chefs de file de la technologie

- La plupart des ressources géothermiques prometteuses sont dans des pays sélectionnés, p. ex., les É.-U., le Japon, la Nouvelle-Zélande et l'Islande
- Par conséquent, ces mêmes pays ont développé la technologie et le marché à l'échelle nationale

La thèse de l'investissement

Les possibilités du Canada en matière d'énergie géothermique se limitent à la production d'énergie domestique (là où elle est régionalement économique) et à quelques applications de production combinée de chaleur et d'électricité

Potentiel de production d'énergie domestique et de production combinée de chaleur et d'électricité

- Pourrait être prometteuse pour les applications hors réseau ou l'intégration à la construction dans les collectivités rurales
- CanGEA estime qu'il y a 5 000 MW d'énergie géothermique accessible, dans l'Ouest canadien

Renewables and Clean Energy: Uranium Mining

Canada has a clear advantage

| Technology Areas Under Consideration |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Uranium mining , conversion, fuel fabrication and reclamation Mining waste management |

| Market and Tech Overview |
|---|
| <p>The global market for uranium and derivative products is large and growing, driven by continued nuclear builds in Asia, with continuing technological innovation</p> <p>Large global markets in mining and conversion</p> <ul style="list-style-type: none"> \$14B mining market by 2020, 5% compound annual growth rate (CAGR), 23% margins, \$8B conversion, storage and reprocessing market by 2020, 2% CAGR, 5-10% margins <p>Technology for mining is advancing in niches:</p> <ul style="list-style-type: none"> Methods for efficient and environmentally friendly extraction of uranium ore, refinement and fuel-rod production Nuclear base-load matching using load control and energy storage Reclamation of spent nuclear material Waste management and conversion to revenue products and disposal Radiation, health and safety monitoring technologies; early detection and response |

| Canada’s Advantage |
|---|
| <p>Canada has large uranium resources and is well established in supplying global markets</p> <p>Uranium resources and mining majors</p> <ul style="list-style-type: none"> 3rd highest uranium reserves 2nd highest for extraction Underground/open mines with heap leaching of low grade ore |

| Investment thesis |
|---|
| <p>Canada’s opportunity is to maintain its position as a top uranium mining nation</p> |

Énergies renouvelables et propres : les technologies nucléaires

Domaines technologiques pris en considération

- Construction d'un nouveau réacteur (réacteur, confinement, production d'énergie, services publics)
- Déclassement du réacteur (traitement des déchets nucléaires, sécurité des travailleurs)
- Cycles du combustible de pointe
- Réacteurs nucléaires à petite échelle (conception, fabrication)
- Fusion nucléaire

D'autres pays ont un avantage clair

Aperçu du marché et des technologies

Le marché du réacteur nucléaire a de nouvelles centrales, des possibilités dans la remise à neuf, le déclassement et le développement technologique à long terme dans la fission miniature et la fusion

La plupart des constructions de nouvelles centrales nucléaires se font en Chine, en France et en Russie

- 400 G\$ de dépenses d'investissement en 2020, surtout en Chine et en Russie
- Retards au Japon et dans l'UE en raison de Fukushima
- 5-6 G/unité (1 GW)
- Grands projets soutenus par le gouvernement, grand avantage pour les sociétés nationales et les entrepreneurs locaux
- Il y a certaines activités dans les réacteurs à base de thorium

Remise à neuf et déclassement

- 45-50 GW pour se retirer des É.-U. et du Japon d'ici 2030
- 1-2 G\$/remise à neuf

Petites centrales nucléaires

- Technologie non maîtrisée pour les applications éloignées hors réseau, industrielles
- Les chefs de file technologiques ne se trouvent pas au Canada

Fusion nucléaire

- Toujours aux premières étapes de R-D avec de grands et multiples efforts dans l'ensemble des É.-U., de l'Asie et de l'UE
- Aucune difficulté majeure, mais beaucoup d'obstacles d'ingénierie rendant le calendrier incertain (>20 ans)

L'avantage du Canada

Le Canada a de l'expertise dans le développement technologiques du créneau, y compris de l'expertise dans les réacteurs Candu

Le Canada a certains développements technologiques pour accroître l'efficacité et le volet écologique des centrales nucléaires

Le Canada a effectué des travaux à petite échelle sur le réacteur à fusion

La thèse de l'investissement

Le Canada a peu de possibilités dans les nouveaux bâtiments-réacteurs basés sur la conception actuelle du CANDU

Développement à long terme de la prochaine génération de réacteurs à fission à usage domestique

Petites centrales nucléaires/fusion

- Potentiel à long terme, mais il faudra beaucoup d'investissements

Énergies renouvelables et propres : la bioénergie

Domaines technologiques pris en considération

- Bioénergie (électricité)
- Biochaleur
- Récolte, traitement et densification de la biomasse

Le Canada pourrait devenir le chef de file de ce nouveau marché

Aperçu du marché et des technologies

Le marché de la bioénergie croît rapidement et est doté d'une technologie bien maîtrisée, mais son orientation est régionale. La majeure partie de la croissance a lieu dans l'UE en raison des exigences réglementaires

En 2012, petit marché de bioénergie, mais croissance rapide

- 100-200 G\$ de dépenses d'investissement d'ici 2020, chutant après 2020
- Les marchés de l'UE ont besoin de bioénergie en raison d'une exigence réglementaire de 20 % d'énergie renouvelable d'ici 2020
- Les plus grandes dépenses d'investissement se font dans l'UE et en Chine

La bioénergie est une technologie bien maîtrisée

- La rénovation des usines de charbon a fait ses preuves et cherche des possibilités de réduction des coûts
- La technologie de densification est cruciale pour les marchés de l'exportation tout en étant relativement bien maîtrisée, avec certains R-D axés sur des gains d'efficacité mineurs
- La récolte économique et le traitement de la biomasse constituent une partie importante des coûts, puisqu'ils sont exigeants en main-d'œuvre

Opinion publique incertaine et risques environnementaux de la bioénergie à base de plantes

L'avantage du Canada

Le Canada a de grandes forêts et un potentiel d'exportation des granulés, mais il n'est pas un véritable chef de file de cette technologie

Le Canada a de vastes ressources forestières et de l'expertise dans l'industrie, y compris dans les déchets de coton et le dendroctone du pin

- Chefs de file technologiques en matière d'activités forestières efficaces, cependant les coûts élevés de la main-d'œuvre et la difficulté à exporter
- Main-d'œuvre forestière sous-employée

Le marché de l'exportation est petit, pour les granulés de bois du Canada

- Le Canada exporte actuellement <500 M\$ de dollars américains de granulés de bois à l'UE

Un peu de développements technologiques en matière de systèmes de bioénergie pour la production combinée de chaleur et d'électricité

La thèse de l'investissement

Le Canada pourrait développer des technologies exportables de biomasse

Passer à des investissements à petite échelle dans le créneau de la production combinée de chaleur et d'électricité, pour la technologie

- Les projets de bioénergie à grande échelle, en Chine ou dans l'UE, ne devraient pas susciter d'importation de la technologie canadienne, puisque la combustion/gazéification est une technologie bien maîtrisée

Des technologies de valeur plus élevée peuvent être obtenues en intégrant le concept de bioraffinerie

- Les R-D en bioraffinerie sont toujours fragmentés, importants investissements dans les partenariats entre les universités/l'industrie des É.-U. et de l'UE
- L'intégration de la bioraffinerie dans les technologies de gazéification thermique actuelles est la technologie qui se rapproche le plus de la commercialisation

Énergies renouvelables et propres : les biocarburants/la bioraffinerie

Domaines technologiques pris en considération

- La prochaine génération de biocarburants
- Carburants prêts à l'emploi
- Biogaz
- Produits de bioraffinerie à valeur ajoutée

Possibilités à long terme

Aperçu du marché et des technologies

Les marchés des biocarburants sont grands et en pleine croissance. Ils sont portés par la demande de systèmes d'énergie renouvelable, avec une innovation continue dans la 2^e génération de biocarburants.

Le bioéthanol est un grand marché établi, dont la croissance provient surtout de la demande de carburants renouvelables et de sécurité énergétique

- 2010 : demande de 98 GL de bioéthanol (51 aux É.-U.), et de 23 GL de biodiesel (surtout dans l'UE)
- 2020 : 260 GL de bioéthanol (89 aux É.-U.), 64 GL de biodiesel (UE et Asie)
- 360 nouvelles usines de biocarburant de pointe (p. ex., cellulosique) requises aux É.-U. d'ici 2022 pour remplir le mandat de Renewable Fuel Standard 2 (16 GL de biocarburant cellulosique). Seules 30 nouvelles usines de biocarburant classique sont requises

Les bioraffineries de biomasse ligneuse ont besoin de plus de R-D

- Probablement d'ici >10 ans, les produits de la bioraffinerie utiliseront des procédés enzymatiques ou biochimiques
- Pour certaines intégrations de la bioraffinerie, on utilise les technologies actuelles de gazéification (p. ex., la production combinée de chaleur et d'électricité), mais les produits de valeur élevée sont incertains et peu fiables en raison de la variabilité du flux de gaz de synthèse

Le biogaz est moins prometteur dans les marchés où le gaz naturel bon marché est disponible

L'avantage du Canada

Le Canada a de grandes forêts, mais celles-ci pourraient ne pas être les meilleurs précurseurs des biocarburants en vrac (p. ex., le diesel et l'éthanol), puisque la plupart des chefs de file de l'industrie sont aux É.-U./dans l'UE

Le Canada a de vastes ressources de matières premières lignocellulosiques (forêts, résidus forestiers et sous-produits de l'exploitation forestière)

- Les matières premières lignocellulosiques ne sont pas les préférées, en raison des exigences quant au prétraitement

D'importantes activités industrielles liées à la 2^e génération de biocarburants, mais surtout aux É.-U./dans l'UE

- 3 G\$ de dépenses d'investissement au cours des trois prochaines années pour ~1 GL/an d'éthanol cellulosique, presque tout aux É.-U., presque tout avec des déchets agricoles

La thèse de l'investissement

Le Canada pourrait effectuer plus de R-D pour les produits forestiers à valeur ajoutée (p. ex., la bioraffinerie)

La bioraffinerie de biomasse ligneuse est une source à long terme de produits forestiers à valeur ajoutée

- Il est peu probable qu'elle rivalise avec les déchets agricoles, pour la production d'éthanol lignocellulosique
- R-D requis pour le créneau de la chimie lignocellulosique
- Des applications d'intégration avec gazéification thermique qui ont fait leurs preuves (p. ex., la production combinée de chaleur et d'électricité) pourraient être les technologies les plus près de la commercialisation

Énergies renouvelables et propres : l'hydroélectricité classique

Le Canada a un net avantage

Domaines technologiques pris en considération

- Technologie d'hydroélectricité classique (turbines et générateurs)
- Gestion de projets hydroélectriques

Aperçu du marché et des technologies

Le marché de l'énergie hydroélectrique est grand dans le monde entier, mais les marchés ont tendance à être régionaux, avec des technologies bien maîtrisées qui sont possédées par des firmes de l'UE

La croissance de l'hydroélectricité est lente, mais sa valeur est élevée

- 420 G\$ de dépenses d'investissement en 2020

Technologies bien maîtrisées, surtout possédées par l'UE

- 3 grandes compagnies dans l'UE (Alstrom, Andritz)
- Croissance rapide dans les compagnies des pays BRIC
- Pression croissante sur les prix exercée par la Chine

Possibilités d'exportation limitées

- La majeure partie de l'hydroélectricité mondiale est possédée par l'État
- Les marchés émergents sont susceptibles d'utiliser l'ingénierie nationale plutôt qu'étrangère
- Prochain exportateur d'électricité aux É.-U. : 3,8 G\$ à 64,91 \$/MWh d'exportations, 1,3 G\$ à 56,59 \$/MWh d'importations en 2008

L'avantage du Canada

Le Canada a de grandes ressources nationales d'énergie hydroélectrique et de l'expertise en ingénierie de gestion de projets, mais les 10 plus grands fabricants de cette technologie sont ailleurs

Vastes ressources hydriques et capacité hydroélectrique

- 3^e plus grand producteur d'énergie hydroélectrique au monde
- Exige une fabrication énergivore

Expertise en ingénierie de gestion de projets

- Comprenant des entrepreneurs internationaux pour le choix du site, la préparation, le génie civil lourd

Aucune société canadienne ne fait partie des 10 plus grands fabricants de turbines ou de générateurs

- Il y a quelques sociétés de l'UE au Canada

La thèse de l'investissement

Le Canada pourrait continuer d'attirer les industries énergivores et d'exporter de l'énergie aux É.-U.

Le Canada pourrait exporter de l'expertise en matière d'ingénierie de gestion de projets

- Il s'agit de la seule place, sur la chaîne de valeur de l'hydroélectricité classique, où le Canada est susceptible d'exercer une concurrence

Énergies renouvelables et propres : l'hydroélectricité et l'énergie marémotrice non classiques

Le Canada pourrait devenir le chef de file de ce nouveau marché

Domaines technologiques pris en considération

- Aménagement de centrales hydroélectriques au fil de l'eau et hydrocinétique de basse chute
- Énergie marémotrice, énergie des vagues (océans)

Aperçu du marché et des technologies

Le marché hydroélectrique non classique est toujours naissant avec de nouvelles technologies à l'horizon, mais nul n'en sort clairement vainqueur

Tous les marchés d'hydroélectricité non classique sont fragmentés avec des R-D modérés, mais c'est encore l'affaire de tous

- La plupart des études de faisabilité déterminent qu'elle est trop coûteuse, par rapport à la quantité d'énergie produite

Dans certaines zones côtières, l'énergie des océans constitue le marché à créneaux

- La plupart des études de faisabilité déterminent qu'elle est trop coûteuse par rapport, à la quantité d'énergie produite
- L'énergie des vagues est également un marché à créneaux, doté d'une technologie qui n'est toujours pas bien maîtrisée

L'hydrocinétique a un grand potentiel mondial

- 100 GW de capacité mondiale pour l'hydrocinétique
- De nombreuses petites entreprises en démarrage ont des projets pilotes, surtout aux É.-U.
- Semble susceptible d'accéder à des projets pilotes commerciaux d'ici 5 ans

L'avantage du Canada

Le Canada a de grandes ressources d'énergie hydroélectrique et de l'expertise technique en technologies d'énergie hydroélectrique novatrices

De grandes ressources d'énergie hydroélectrique et de l'expertise en énergie hydroélectrique

- 3^e plus grand producteur d'énergie hydroélectrique au monde
- Expertise en ingénierie (turbines, mécanique des fluides) transférable à l'hydroélectricité non classique

Plusieurs compagnies développent l'aménagement de technologies hydroélectriques au fil de l'eau, concurrence probable avec les sociétés des É.-U.

- 70 permis préliminaires pour l'hydrocinétique, aux É.-U.

La thèse de l'investissement

Le Canada pourrait commercialiser et exporter des technologies hydroélectriques non classiques

Les turbines hydrocinétiques de basse chute ont un potentiel d'exportation, mais il pourrait être difficile d'empêcher l'arrivée de grands acteurs

- Il est facile d'exporter de petites unités
- Risque de reproduction et faibles obstacles à l'entrée
- Mise à l'échelle immédiate, protéger la PI clé tout en se concentrant sur la réduction des coûts, pour les petites unités, en vue d'une adoption rapide afin de conserver notre part du marché

Distribution : le réseau électrique intelligent (AMI, HAN, demande/gestion, appareils)

D'autres pays ont un avantage clair

Domaines technologiques pris en considération

- Automated Meter Integration (AMI), Home area network (HAN)
- Gestion de la demande/réaction à celle-ci, stockage, appareils, gestion de programmes, services financiers

Aperçu du marché et des technologies

Le marché des réseaux électriques intelligents est grand et croît rapidement, mais il est très banalisé dans la plupart des points de la chaîne de valeur

Dans l'ensemble, le marché des réseaux électriques intelligents était de 41 G\$ en 2011 et il connaît une croissance rapide

- Marché porté par le changement à long terme des services publics à l'échelle mondiale pour les systèmes de distribution Smart Grid
- Le marché est constitué d'un mélange de fournisseurs internationaux et régionaux et (généralement) de marchés de services publics très fragmentés

Chaîne de valeur banalisée, quant au matériel et à l'infrastructure de réseau

- Les composantes en amont ont peu d'innovations (à l'exception de l'électronique de puissance dans la transmission/distribution), et elles sont banalisées
- Possibilités limitées de percée en aval
- Lente adoption par les services publics, qui fuient les risques
- Quelques avantages à être les premiers sur le marché, dans les logiciels

Voici quelques-uns des grands problèmes techniques des projets pilotes de réseaux électriques intelligents :

- **Estimation du coût** – il est difficile d'estimer le coût du système; on a divulgué des dépassements de coûts
- **Normes** – Dans de nombreux cas, elles ne sont toujours pas en place, ce qui peut occasionner des retards
- **Les prix et les modèles de distribution** sont difficiles à évaluer sauf à l'échelle, et ils sont par conséquent risqués
- **Intégration de sources d'énergie locales et de grandes canalisations** (p. ex., énergie solaire photovoltaïque, stockage et véhicule électrique) toujours expérimentales

L'avantage du Canada

Le Canada a des acteurs nationaux en aval dans la chaîne de valeur et un marché de services publics moins fragmenté que les É.-U., mais la plupart des acteurs internationaux sont ailleurs

Le Canada a un marché de services publics moins fragmenté que les É.-U.

- Dans la majorité des provinces, les services publics sont des sociétés d'État intégrées verticalement, dotées de quelques distributeurs possédés par des investisseurs
- Déploiement de compteurs intelligents en Ontario terminé en 2010, donnant à certaines compagnies canadiennes un avantage initial
- **Inconvénient** : les sociétés d'État pourraient mettre en œuvre les réseaux électriques intelligents rapidement, mais ceux-ci pourraient ne pas être économiques ou exportables
- La Société d'Énergie du Nouveau-Brunswick amorce un programme pluriannuel, en matière de réseaux électriques intelligents
 - Partie du plan énergétique de la RASD (reduce and shift demand) de la Société d'Énergie du N.-B.
 - Inclut des thermostats intelligents, des appareils, des tableaux de bord, du stockage thermique
 - Centre de R-D va créer 40 nouveaux emplois

Le Canada a plusieurs entreprises en démarrage de réseaux électriques intelligents, mais nulle n'en ressort clairement gagnante

La thèse de l'investissement

Le Canada peut obtenir des avantages nationaux en adoptant tôt les technologies Smart Grid et en attirant des acteurs étrangers qui souhaitent investir dans les marchés canadiens

Gains nationaux provenant de l'adoption précoce des réseaux électriques intelligents

- L'adoption précoce pourrait mener à des prix nationaux moins élevés et à une plus grande utilisation des ressources actuelles
- Les services publics d'électricité sont concentrés sur l'infrastructure de recharge du véhicule électrique, accélérant le développement national
- Le logiciel et l'intégration sont souvent les solutions régionales à l'échelle des services publics

Attirer les fabricants et le développement local d'appareils et de matériel Smart Grid

- Cela pourrait susciter la fabrication de réseaux électriques intelligents au Canada
- L'intégration de l'énergie solaire photovoltaïque et du véhicule est toujours en cours de développement
- Inconvénient : les marges des appareils Smart Grid sont minces (5 %)
- D'autres pays adoptent la même stratégie

Distribution : les réseaux électriques intelligents (électronique de puissance dans la transmission et la distribution)

D'autres pays ont un avantage clair

Domaines technologiques pris en considération

- L'électronique de puissance utilisée dans la distribution : transformateurs, CCHT, dispositifs dynamiques de réseau de transport à courant alternatif, localisation des dérangements/isolation/résolution, commutation, détection, volt-var, énergie solaire photovoltaïque et conversion de l'énergie éolienne
- L'électronique de puissance dans les véhicules (chaîne d'approvisionnement spécialisée décrite dans la section sur le véhicule électrique) et les appareils électroniques grand public (qui ne font pas partie de la distribution d'énergie à grande échelle) ne sont pas inclus

Aperçu du marché et des technologies

L'électronique de puissance dans la transmission et la distribution de réseaux électriques intelligents est un grand marché en pleine croissance, avec des innovations continues et la possibilité de changements soudains à l'horizon

L'électronique de puissance dans la distribution augmentera à 10 G\$, d'ici 2020

- La croissance du marché a triplé, depuis 2010
- Portée par la grande croissance des marchés de l'énergie éolienne et de l'énergie solaire photovoltaïque
- À plus long terme, on prévoit une croissance dans les marchés de la transmission et de la distribution, avec l'introduction des thyristors de remplacement

Amélioration continue de la technologie à base de silicium avec des cristaux de carbure de silicium et de nitrate de gallium révolutionnaires à l'horizon

- Le semiconducteur à base de silicium et l'ensemble coût-rendement s'améliorent continuellement
- Les composantes à base de silicium et de nitrate de gallium en sont toujours aux premières étapes (laboratoire et production limitée), mais elles sont reconnues comme pouvant être révolutionnaires
- La production de cristaux se fera probablement dans quelques grandes installations de fabrication
- Pour la conception du module de puissance, on est toujours ouvert à l'innovation et aux nouvelles applications

L'avantage du Canada

La plupart des innovations de l'électronique de puissance se font à l'extérieur du Canada, portées par d'importants investissements et de solides industries de consommation et automobiles

La majeure partie de la fabrication et de l'innovation est bien développée et située aux É.-U., dans l'UE et au Japon, mais pas au Canada

- Grands coûts de développement, y compris pour les installations de fabrication, les pipelines de R-D et les réseaux de fournisseurs
- De grands acteurs dominent la chaîne de valeur en amont, en raison des grands coûts fixes (fabrication de semiconducteurs et conditionnement du module)
- Le développement est également porté par les industries des appareils électroniques grand public, de l'énergie solaire photovoltaïque, de l'énergie éolienne et du véhicule électrique
- De nombreux acteurs pensent aussi que l'intégration horizontale et verticale est avantageuse, et étendent activement leur portée et leurs capacités
- Le contexte des télécommunications canadiennes pourrait contribuer à la conception de l'électronique de puissance

La thèse de l'investissement

Les possibilités du Canada se limitent aux applications de crêneaux combinant de multiples technologies et de l'électronique de puissance

Applications des crêneaux dans la distribution d'électricité pour la consommation nationale ou l'exportation

- Les crêneaux (p. ex., interrupteurs et capteurs spécialisés à puissance élevée, intégration à des systèmes de services publics) sont toujours fragmentés et non desservis par les grandes compagnies
- Potentiel limité de croissance nationale à long terme/PIB, puisque les grands fabricants exerceront une concurrence ou acquerront rapidement les technologies en pleine croissance

Immeubles et collectivités : l'éclairage de pointe

Domaines technologiques pris en considération

- Lampe, ballast/optique, luminaire, contrôle externe (y compris contrôle du niveau, automatisation)
- Ne comprend pas la DELO et les affichages à DEL
- Gestion active de la puissance
- Autres techniques d'éclairage

D'autres pays ont un avantage clair

Aperçu du marché et des technologies

Le marché mondial de l'éclairage de pointe est vaste, avec une solide croissance, particulièrement dans les DEL, portée par une réduction continue du coût, et des règlements

On s'attend à ce que le marché mondial de la DEL augmente à 38 G\$, d'ici 2020

- Porté par le remplacement des ampoules incandescentes (volontaire et exigé par la réglementation)
- Demande également accrue, dans l'ensemble

La technologie DEL est rapidement banalisée en amont, avec certains secteurs d'innovation en aval

- En amont, cristaux et conditionnement en voie de banalisation et de consolidation, avec de grands avantages relatifs au coût, et des capacités développées en Chine et à Taïwan
- Le marché des luminaires est fragmenté, mais il dispose de nombreux grands acteurs

Les technologies des crêneaux émergent en aval

- Gestion active de la puissance (fluorescent/DEL de gradation à l'échelle des bâtiments)
- Éclairage non classique (guide optique/éclairage naturel)

L'avantage du Canada

Les sociétés canadiennes pourraient être présentes dans les applications de crêneaux en aval, mais la concurrence est féroce dans toutes les parties de la chaîne de valeur

Les sociétés canadiennes ne seront probablement pas concurrentielles en matière d'éclairage à DEL, sauf dans les applications de crêneaux en aval

- Percée en amont peu probable, puisque les Chinois et les Taïwanais font des investissements massifs dans la fabrication de cristaux avec de grandes subventions gouvernementales de capacités en matière de MOCVD
- Les applications en aval sont toujours très fragmentées, mais les sociétés canadiennes ne seront probablement pas compétitives dans une fabrication axée sur les coûts
- Il pourrait être possible d'effectuer une percée là où l'application a besoin de conception de pointe, d'optimisation de la fabrication (p. ex., contrôle de la qualité et barémisation)
- Les sociétés canadiennes sont petites, comparées aux acteurs chinois

Plusieurs autres gouvernements financent le développement général de l'éclairage

- Le « Prix L » du DOE des É.-U. pour le remplacement prêt à l'emploi des ampoules électriques à incandescence a favorisé le développement

La thèse de l'investissement

Le Canada pourrait stimuler l'usage domestique des DEL et exporter les produits et services du crêneau

Stimuler la croissance des luminaires domestiques au moyen de programmes publics d'adoption des DEL à grande échelle

- Encourager les fabricants locaux à tirer profit de la capacité de collaborer étroitement avec les entrepreneurs et gouvernements canadiens

Exportation possible de luminaires pour l'extérieur

- Le marché chinois est particulièrement prometteur, et le projet pilote du gouvernement sur les lampadaires à DEL cible une pénétration de 65 % d'ici 2015
- Dans les projets publics, le partenariat avec des firmes d'ingénierie générale est plus favorable, car elles sont plus en aval
- L'approvisionnement est un grand désavantage quant au coût – nous devrons probablement les fabriquer en Chine, ce qui limitera les emplois canadiens et l'incidence sur le PIB

Immeubles et collectivités : les bâtiments éconergétiques

Domaines technologiques pris en considération

- Chaîne de valeur des fenêtres de pointe (matières premières, assemblage, services)
- La chaîne de valeur des CVCA (fabrication, services) comprend de la production combinée de chaleur et d'électricité à petite échelle
- Maisons éconergétiques préfabriquées

Le Canada pourrait devenir le chef de file de ce nouveau marché

Aperçu du marché et des technologies

Les marchés mondiaux des fenêtres et des CVCA sont vastes et en pleine croissance; la majeure partie de la demande provient de l'Asie, les technologies sont relativement bien maîtrisées, maisons éconergétiques préfabriquées émergentes

Grande demande dont la croissance est modérée, pour les fenêtres et les CVCA

- Marché mondial des fenêtres de 69 G\$, en 2011
- Marché mondial des CVCA de 130 G\$, en 2011
- La demande augmente modérément, surtout portée par la croissance en Asie

La technologie actuelle est relativement bien maîtrisée, avec quelques nouvelles technologies novatrices

- Les innovations technologiques ont été axées sur l'efficacité énergétique
- Exemples : fenêtres actives, déshydratants liquides pour le refroidissement, production combinée de chaleur et d'électricité pour le chauffage

Les propriétaires de bâtiments ont besoin de règlements sur les mesures incitatives en vue de l'adoption

- Le marché est déficient lorsqu'un propriétaire de bâtiment doit acheter du matériel éconergétique, mais que le locataire est celui qui économise sur ses factures d'électricité

Les maisons éconergétiques préfabriquées émergent, mais leur marché est toujours petit et jeune

L'avantage du Canada

Le Canada a un climat froid, un grand fabricant de fenêtres, et est un chef de file des initiatives liées aux immeubles à consommation énergétique zéro, mais il n'est pas évident que cela lui procurera un avantage concurrentiel sur les autres acteurs internationaux

Le climat froid encourage l'adoption de constructions efficaces. Le Canada fabrique des fenêtres.

Le Canada est un chef de file des initiatives liées aux immeubles à consommation énergétique zéro

- Les maisons à consommation énergétique zéro sont promues, avec des normes
- La Société canadienne d'hypothèques et de logement commande le concours de maison durable EQUILIBRIUM
- Il y a plusieurs maisons pilotes passives à consommation énergétique zéro
- Les maisons préfabriquées homologuées Energy Star ont été introduites, y compris l'éclairage DEL/CRL, le ventilateur-récupérateur de chaleur, les fenêtres pour toits, les tubes solaires, la fondation CBI, les matériaux de construction d'origine locale, les peintures et les apprêts sans COV, 60 \$-90 \$/p²

La thèse de l'investissement

Le Canada pourrait capter tôt l'avantage national de l'efficacité accrue des bâtiments et l'exporter aux marchés internationaux

Accroître l'efficacité des bâtiments nationaux par l'adoption de fenêtres efficaces et de CVCA

- La majorité des logements résidentiels sont mal isolés, les fenêtres étant responsables de 10-20 % des pertes d'énergie
- Les revêtements de fenêtres actives peuvent réduire les coûts du cycle de vie de 30-45 %, au cours d'une période de 30 ans
- Des mesures incitatives ou des règlements en vue de l'adoption pourraient remédier aux défaillances du marché

Possibilité d'exportation de maisons préfabriquées, mais les coûts de main-d'œuvre élevés du Canada suggèrent qu'il s'agira plutôt d'un marché national

Procédés industriels énergivores : les procédés industriels éconergétiques

Le Canada pourrait devenir le chef de file de ce nouveau marché

Domaines technologiques pris en considération

- Procédés éconergétiques pour une variété d'industries, dont les produits chimiques, l'acier, l'exploitation minière et les autres métaux, les pâtes et papiers, le ciment et l'agriculture

Aperçu du marché et des technologies

Grands marchés avec un potentiel d'amélioration continue et d'innovations révolutionnaires

Grand marché dont la croissance est modérée

- Les industries sont à l'origine de 32 % de la consommation mondiale d'énergie, aujourd'hui
- On s'attend à une croissance modérée (1,1 % p.a.)
- La plus grande croissance a lieu en Chine

Les technologies actuelles sont bien établies, avec un potentiel de perturbation des procédés

- De multiples changements progressifs au moyen de technologies établies peuvent mener à des économies d'énergie de 20-30 % (p. ex., intégration de systèmes à de multiples produits, minimisation du flux de déchets, gestion de la charge, de la force de torsion et de la vitesse)
- Innovations dans une instrumentation améliorée, systèmes de surveillance et d'interprétation des données pour permettre un contrôle en temps réel

Les industries sont au courant de l'existence des technologies révolutionnaires, mais ont besoin de mesures incitatives pour les adopter

- Exemples de procédés potentiellement révolutionnaires :
 - Acier : suppression du procédé de cokéfaction
 - Exploitation minière : conversion des déchets en produits générateurs de recettes ou en matériaux bénins
 - Ciment : refus des carburants dérivés
 - Papier : nouveaux produits

L'avantage du Canada

Le Canada a de nombreuses industries énergivores et certaines petites compagnies dotées de technologies novatrices, mais il y a des concurrents majeurs aux É.-U. et dans l'UE

Le Canada a d'importantes industries d'acier, d'exploitation minière et d'autres métaux, de pâtes et papiers, de ciment et d'agriculture, aujourd'hui. Les É.-U. et l'UE constituent le marché mondial et les chefs de file technologiques en matière de procédés éconergétiques et de procédés potentiellement révolutionnaires

- La plupart des procédés éconergétiques sont connus et utilisent les technologies des É.-U./de l'UE, un peu de fabrication est déjà déplacée en Asie, vu la demande régionale
- Les É.-U. et l'UE sont vus comme les fournisseurs de la technologie et les chefs de file de l'équipement, pour l'équipement et les procédés éconergétiques

Le Canada a de petites sociétés dotées de technologies novatrices

- Évitement de la consommation d'énergie grâce aux commandes de moteurs
- Réduction des déchets et contrôle optimisé des procédés
- Surveillance et contrôle en temps réel

La thèse de l'investissement

La plus grande possibilité du Canada consiste à développer une technologie de procédés qui accroît directement la compétitivité des sociétés canadiennes

Il est possible d'accroître la compétitivité des sociétés industrielles canadiennes

- Encourager une plus vaste adoption des procédés éconergétiques connus (p. ex., au moyen d'un financement provenant de dépenses d'investissement)
- En favorisant les R-D sur les procédés révolutionnaires, on pourrait fournir une compétitivité des coûts à plus long terme

Il serait possible d'exporter de l'équipement associé aux nouveaux procédés (s'il est développé)

- La plupart des sociétés estiment que les procédés sont de secrets commerciaux qu'ils ne voudraient pas partager avec leurs compétiteurs
- Il est possible d'exporter de l'équipement associé aux nouveaux procédés s'il est développé, mais aujourd'hui, le secteur de l'équipement industriel est limité, au Canada

Procédés industriels énergivores : l'eau

Domaines technologiques pris en considération

- Firms de conception-achat-construction
- Produits (canalisations/pompes/valves, membranes, autre matériel de filtration, produits chimiques)
- Exploitation et entretien pour les industries et les municipalités (p. ex., surveillance en temps réel de l'eau de source et efficacité du traitement)
- Utilisation commerciale/résidentielle (p. ex., filtres à eau/traitement pour la maison) ou petites collectivités isolées et navires
- Gestion d'infrastructures (p. ex., condition des pipelines, surveillance du réseau de canalisations)

Le Canada pourrait augmenter sa compétitivité mondiale

Aperçu du marché et des technologies

Le marché de l'eau est grand, en pleine croissance, et sa technologie est bien maîtrisée dans de nombreuses parties de la chaîne de valeur; les nouvelles technologies sont confrontées à des problèmes de réglementation conservatrice des services d'eau et de barémisation

Grand marché international dont la croissance est rapide, pour l'eau

- Marché mondial de l'équipement, des services et des opérations de 515 G\$, en 2011
- 110 G\$ d'équipement, à l'échelle internationale
- Croissance plus élevée dans les membranes et le matériel de filtration (18 G\$ avec une croissance de >10 %)
- Un traitement efficace des eaux usées est requis pour obtenir le soutien de la collectivité dans l'industrie pétrolière et gazière
- Intérêt grandissant pour la détection de fuites de pipeline

On a besoin de financement de R-D en vue du développement de nouvelles technologies

- Sans règlements, il y a souvent peu de mesures incitatives pour le développement de nouvelles technologies
- De nombreuses technologies bien maîtrisées existent, aujourd'hui, mais des innovations émergent relativement aux membranes, à la filtration et aux pompes
- Le pétrole et le gaz non classiques suscitent des innovations dans le traitement des eaux usées

L'avantage du Canada

Le Canada a plusieurs sociétés technologiques prometteuses, mais il s'est avéré difficile de garder les technologies prometteuses à l'intérieur du Canada

Les sociétés canadiennes sont les plus fortes dans les membranes et le matériel de filtration

- Regroupement de compagnies distributrices des eaux en Ontario

Des technologies de pointe sont développées au Canada dans les membranes et le matériel de filtration

Perte d'emplois dans la fabrication en raison des acquisitions étrangères

Développement du traitement électrocinétique des eaux

La thèse de l'investissement

Le Canada pourrait accroître et conserver sa force actuelle dans les membranes et la filtration, et attirer des développements étrangers au Canada, faisant croître sa plaque tournante de l'eau

Continuer d'accroître les forces existantes autour des membranes et du matériel de filtration pour le marché national et celui de l'exportation

- 2000 et + directement employés en Ontario
- Besoin de contribuer à la progression des plus petites entreprises en démarrage : c'est traditionnellement difficile, puisque le marché national du Canada est faible

Devenir la tête de plage des sociétés étrangères qui essaient de pénétrer le marché de l'A.N.

- Inciter des acteurs européens à essayer notre marché de l'A.N. au Canada

La technologie de traitement des eaux usées pour le pétrole et le gaz a un certain potentiel d'exportation

- Potentiel d'exportation pour l'exploitation minière
- Potentiel d'exportation pour les autres exploitations de pétrole et de gaz non classiques

Procédés industriels énergivores : la transformation des déchets en énergie

Le Canada pourrait devenir le chef de file de ce nouveau marché

Domaines technologiques pris en considération

- Matériel (et éléments connexes) pour la conversion des déchets en énergie
- Conception-achat-construction : conception d'une usine de valorisation énergétique des déchets
- Activités et entretien d'une usine de valorisation énergétique des déchets

Aperçu du marché et des technologies

La valorisation énergétique des déchets est un marché de taille moyenne qui dépend des moteurs réglementaires, doté d'un mélange de technologies établies à l'échelle régionale et de technologies possiblement révolutionnaires à l'horizon

Marché de taille moyenne où la croissance dépend des règlements

- Marché dont les recettes s'élevaient à 4 G\$, en 2011 (électricité + redevances de déversement)
- Marché de l'équipement de 77 G\$, en 2014
- Potentiel de croissance, vu le grand potentiel inexploité, mais l'adoption dépend des redevances de déversement

Il y a certaines technologies établies, aujourd'hui, mais les nouvelles technologies pourraient révolutionner le marché

- L'incinération et la digestion anaérobie sont des technologies bien développées
- La gazéification au plasma et la gazéification thermique pourraient être révolutionnaires, on pourrait en être à 2-3 ans d'une faisabilité commerciale
- Les projets pilotes ont besoin de financement pour atteindre l'échelle commerciale; les services de gestion des déchets sont conservateurs et ont besoin de démonstrations commerciales

L'attrait économique dépend de l'environnement réglementaire et des autres risques

- Aujourd'hui, la technologie actuelle n'est prometteuse qu'en vue des redevances de déversement, qui dépendent de la dynamique réglementaire locale/régionale
- Certaines nouvelles technologies pourraient être attirantes sans être subventionnées
- Risque technologique, puisque la gazéification au plasma et la gazéification thermique ne sont pas encore des technologies bien maîtrisées

L'avantage du Canada

Le Canada a quelques leaders dans les technologies de valorisation énergétique des déchets, mais il n'est pas certain qu'il pourrait devenir un chef de file de l'exportation

Aujourd'hui, les grands marchés sont les É.-U. et l'Europe

- Les É.-U. et l'Europe sont les grands marchés de la valorisation énergétique des déchets, aujourd'hui, étant donné les redevances de déversement et l'environnement réglementaire favorables
- Le Canada a un marché national limité, aujourd'hui, vu la taille de sa population, sa réglementation moins rigoureuse sur le recyclage et le faible coût de son électricité

Le Canada peut être un chef de file des nouvelles technologies

- Le Canada a de multiples entreprises de valorisation énergétique des déchets en démarrage, qui étudient de nouvelles technologies

La thèse de l'investissement

Le Canada pourrait utiliser les nouvelles technologies de valorisation énergétique des déchets à l'échelle nationale et possiblement les exporter aux marchés des É.-U.

Potentiel d'exportation de la technologie et de l'équipement aux É.-U./dans l'UE (lorsqu'ils auront été testés à l'échelle)

- Si le Canada pouvait développer des technologies révolutionnaires de valorisation énergétique des déchets, l'équipement et les technologies pourraient être exportables aux É.-U./dans l'UE
- Cependant, la valorisation énergétique des déchets de l'UE est actuellement profitable en raison du territoire limité, des redevances de déversement élevées et de la réglementation solide sur le recyclage. La technologie n'est qu'une partie de la solution, et une compréhension holistique du marché de l'exportation est requise avant d'effectuer une percée

Transport : les parcs fonctionnant au GNC/GNL

Domaines technologiques pris en considération

- Véhicules fonctionnant au gaz naturel (variétés liquides et comprimées)
- Approvisionnement en gaz naturel (p. ex., stations d'avitaillement)

Possibilités à long terme

Aperçu du marché et des technologies

L'adoption du GNC/GNL pour les poids lourds sera suscitée par le gaz naturel bon marché en A.N., mais seulement après 2020

On prévoit que les GNC/GNL alimenteront une grande partie des parcs de camions, aux É.-U.

- Passage aux poids lourds fonctionnant au gaz naturel, aux É.-U. (1,0 quadrillion de Btu en 2020, 3,0 quadrillions de Btu en 2050) en raison des bas prix du GN¹
- Les GNC/GNL n'obtiennent pas de part appréciable, en ce qui concerne les véhicules légers

Les infrastructures d'avitaillement ne sont pas en place pour une adoption massive

- Le GNC est utilisé dans les parcs à courte distance
- Le GNL est favorisé pour les parcs de longue zone où de longues distances et un avitaillement plus rapide sont requis, et où des dépenses de capital plus élevées sont acceptables
- Le manque d'infrastructures d'avitaillement empêche une adoption répandue

L'avantage du Canada

Le Canada a de grands gisements de gaz naturel et de grands acteurs dans les moteurs et la fabrication de véhicules à GN

Le Canada a de grands gisements de gaz naturel

- Situés dans l'Ouest canadien et reliés aux réseaux gaziers des É.-U.
- Le prix a nui à l'exportation aux É.-U., en raison des coûts du transport

Le Canada développe une technologie de moteur de camion fonctionnant au gaz naturel

Le Canada alimente le marché automobile mondial

Traditionnellement, l'approvisionnement en gaz naturel a toujours été inconstant

- Un minimum de 2 \$ US/million de Btu et un maximum de 14 \$ US/million de Btu au cours des 10 dernières années, ainsi que la grande sensibilité aux perturbations dans l'ensemble du continent (p. ex., les ouragans Katrina et Rita) pourraient dissuader les entreprises d'investir à long terme
- Les variations saisonnières sont partiellement amorties par la capacité de stockage, en Alberta et en Ontario
- La demande du Canada est de 1/10, alors elle sera grandement assujettie aux tendances des É.-U.
- Dans le passé, on a essayé de susciter l'adoption de véhicules fonctionnant au GNC, mais sans succès

La thèse de l'investissement

À long terme, le Canada pourrait développer un parc de camions fonctionnant au GNC/GNL, en A.N.

Il est rentable d'utiliser le gaz naturel comme carburant de transport et industriel/matière première

- Les gisements de gaz naturel du Canada supportent des coûts plus élevés d'exportation aux marchés des É.-U., mais sont avantageux dans les marchés nationaux
- Il en coûte moins cher d'utiliser le gaz naturel que le diesel

Exporter des moteurs et des véhicules à gaz naturel aux É.-U.

- On s'attend à ce que le marché des É.-U. ait une forte demande de poids lourds fonctionnant au gaz naturel

Transport : la prochaine génération d'automobiles

Domaines technologiques pris en considération

- Chaîne dynamique du véhicule électrique (batteries, électronique de puissance, moteurs), carrosserie (allègement du véhicule) et autres composantes
- Chaîne dynamique du véhicule éconergétique (technologies de moteur de pointe, freinage/récupération, entreposage)
- Réseau/infrastructure de réalimentation du véhicule électrique
- Non compris : pile à combustible, diesel, GNC/GNL, GPL

Le Canada pourrait augmenter sa compétitivité mondiale

Aperçu du marché et des technologies

Le marché de la prochaine génération d'automobiles est grand et évolue constamment, avec des améliorations dans les technologies relatives au moteur à combustion interne et au véhicule électrique, des technologies qui entraînent des gains en matière d'efficacité et de coûts

Le moteur à combustion interne continuera d'être demandé d'ici 2020, avec une adoption massive du véhicule électrique d'ici 2050

- En 2030, 60 M de véhicules à essence et 22 M de véhicules hybrides rechargeables
- En 2050, le mélange passera à 14 M de véhicules à essence et 87 M de véhicules hybrides rechargeables, avec l'adoption du VEB et du véhicule électrique à pile à combustible en Chine, suscitée par les prix de l'électricité

La technologie du véhicule électrique et du moteur à combustion interne est en constante évolution

- Recherches actives en vue de développer une batterie, une électronique de puissance, un moteur et des technologies matérielles améliorés
- Il y a des technologies révolutionnaires (p. ex., la technologie à base de silicium) à l'horizon
- Les grands fournisseurs dotés de relations établies sont favorisés
- La technologie de réalimentation attend surtout d'être normalisée

Les terres rares constituent une solution à long terme qui comporte des risques technologiques

- La plupart des projets requièrent un important investissement de capitaux et ne deviendront pas opérationnels avant 7-10 ans ou plus
- Importants problèmes environnementaux, y compris sous-produits du thorium, gestion des résidus, perception du cyanure et de l'arsenic

L'avantage du Canada

Le Canada approvisionne les marchés internationaux et exerce d'importantes activités connexes dans les entreprises en démarrage et de fournisseurs, et a un potentiel de ressources naturelles exploitables

Le Canada est un fournisseur mondial d'automobiles, et a des contacts majeurs quant aux pièces pour véhicules électriques en Amérique du Nord, dans l'UE et au Japon

Le Canada exerce de solides activités de démarrage dans les technologies relatives au véhicule électrique, mais devra rivaliser avec d'autres grands fournisseurs et FEO

Le Canada a une grande industrie minière et d'abondants gisements de terres rares

- 500 kt de terres rares évaluées à 296 G\$ canadiens (ampélite de l'Alberta)¹
- On propose d'utiliser la biolixiviation au lieu du cyanure/arsenic
- Exploration active dans plusieurs autres régions avec propositions d'extraction en 2015-2020

La thèse de l'investissement

À court terme, le Canada pourrait conserver et étendre sa position d'acteur international de la fabrication et de la technologie automobiles, et chercher des moyens d'accroître son avantage de fournisseur, à long terme

Conserver et étendre la position de fournisseur d'automobiles du Canada en tant qu'acteur technologique du véhicule électrique

Le Canada pourrait accroître son avantage de fournisseur en devenant un producteur bon marché des terres rares utilisées dans les aimants/le polissage

- La plupart des terres rares sont utilisées dans le polissage et les aimants des moteurs de véhicules électriques
- La demande de terres rares continuera de croître (11 % p.a.) d'ici 2015, avec la Chine comme grand consommateur (70 %)

¹ Série sur la politique économique de la Chambre de commerce du Canada, avril 2012

Transport : les trains et les avions de pointe

Domaines technologiques pris en considération

- Rails alimentés à l'électricité et transport urbain (y compris le matériel, les contrôles et les services, les matériaux des véhicules légers et la résistance réduite au roulement)
- Cellule et systèmes de pointe
- Conception de moteurs
- Autres combustibles

Le Canada pourrait augmenter sa compétitivité mondiale

Aperçu du marché et des technologies

Les marchés internationaux du train et de l'avion sont grands et leur croissance est modérée, et il y a des développements technologiques dans certains créneaux

Grande demande dont la croissance est modérée, pour les trains et les avions

- Croissance rapide à 48 G\$ pour le matériel roulant électrique, en 2020
- Les segments les moins fragmentés (les plus prometteurs) sont la haute vitesse et le transport des passagers par chemin de fer dans les zones urbaines
- 12 800 avions de tous types livrés d'ici 2030, avec la plus grande croissance dans le segment des 60-99 sièges
- Axé sur l'efficacité du carburant

La technologie actuelle est relativement bien maîtrisée, et il y a de la place pour le développement de certains créneaux

- Quelques possibilités dans l'optimisation des commandes de trains électriques et la gestion de l'énergie
- Concentration continue sur l'efficacité du carburant, y compris la technologie de moteur et l'allègement des véhicules
- Intérêt et investissements dans les autres sources axées sur les combustibles non fossiles pour les avions

L'électrification ferroviaire dépend de la réglementation et du financement public

Les technologies révolutionnaires éconergétiques ne sont pas bien maîtrisées, pour les avions

L'avantage du Canada

Le Canada a un important secteur aérospatial, dont plusieurs fournisseurs et FEO d'aérospatiale situés au Canada

La thèse de l'investissement

Le Canada peut conserver ses grandes entreprises en encourageant la poursuite de l'innovation et de la croissance de la fabrication nationale

Les compagnies aérospatiales amènent des emplois et une valeur d'exportation au Canada

Transport : les dispositifs de piles à combustible

Domaines technologiques pris en considération

- Piles à hydrogène pour véhicules
- Infrastructure d'avitaillement
- Intégration de piles à combustible avec un stockage à l'échelle du réseau

Possibilités à long terme

Aperçu du marché et des technologies

Le marché des piles à hydrogène pourrait être important après 2020-2030, mais d'ici là, il sera confronté à d'importants obstacles liés à la technologie et à l'adoption

Les piles à hydrogène sont perçues comme étant une technologie à long terme, pour les véhicules

- Antécédents de promesses non tenues (p. ex., soutien économique de l'hydrogène)
 - Aucun grand engagement du gouvernement, créneaux en Californie et en Islande

Les piles à combustible dépendent de la réglementation sur le carbone

- 10 g CO₂/km : <5 % des parts du marché d'ici 2020, 30 % des parts du marché d'ici 2030
- 95 g CO₂/km : 0 % des parts du marché en 2020, <2 % des parts du marché d'ici 2030

Les piles à combustible rivalisent avec les batteries pour les petits véhicules, et les biocarburants pour les grands véhicules

- De nombreux experts affirment que le véhicule électronique à batterie sera probablement commercialisé en premier, en raison de la rapide baisse des prix de la batterie au lithium-ion
- Les véhicules à hydrogène soulèvent également d'importants défis pour les FEO, car ils nécessiteront 4 moteurs en parallèle

Les piles à combustible dans les appareils de stockage du réseau intelligent sont prometteuses, mais leur côté économique reste à prouver, comparé à d'autres formes de stockage d'énergie

L'avantage du Canada

Le Canada a investi dans la fabrication de piles à combustible et a développé de l'expertise, établissant déjà le Canada en tant que fabricant de piles à combustible

R-D majeurs au Canada

L'abondant gaz naturel mène à un approvisionnement provisoire (non renouvelable) en H₂ au moyen du reformage

- Une certaine expertise canadienne en reformage et en électrolyse

La thèse de l'investissement

Le Canada ne pourrait que continuer à financer les R-D à long terme et la commercialisation de la pile à combustible alimentée à l'hydrogène

Conserver les R-D, avec des exigences appréciables quant à la réduction des coûts pour un financement continu

- Se concentrer sur les alternatives liées au platine, synergie avec le marché à court terme du véhicule électrique, et infrastructure comprenant du stockage en réseau