

# SOMMAIRE

## SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES ET POLITIQUES POUR UN SYSTÈME ÉNERGÉTIQUE À FAIBLES ÉMISSIONS AU CANADA

Le comité d'experts sur la consommation énergétique  
et les changements climatiques





## **SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES ET POLITIQUES POUR UN SYSTÈME ÉNERGÉTIQUE À FAIBLES ÉMISSIONS AU CANADA**

**Le comité d'experts sur la consommation énergétique et les changements climatiques**

## LE CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES

180, rue Elgin, bureau 1401, Ottawa (Ontario) Canada K2P 2K3

**Avis :** Le projet sur lequel porte ce rapport a été entrepris avec l'approbation du conseil des gouverneurs du Conseil des académies canadiennes (CAC). Les membres du conseil des gouverneurs sont issus de la Société royale du Canada (SRC), de l'Académie canadienne du génie (ACG) et de l'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS), ainsi que du grand public. Les membres du comité d'experts responsable du rapport ont été choisis par le CAC en raison de leurs compétences spécifiques et dans le but d'obtenir un éventail équilibré de points de vue.

Ce rapport a été préparé pour Magna International Inc. Les opinions, constatations et conclusions présentées dans cette publication sont celles des auteurs, à savoir les membres du comité d'experts sur la consommation énergétique et les changements climatiques, et ne reflètent pas nécessairement les points de vue des organisations où ils travaillent ou auxquelles ils sont affiliés.

**Avis de non-responsabilité :** Au meilleur de la connaissance du CAC, les données et les informations tirées d'Internet qui figurent dans le présent rapport étaient exactes à la date de publication du rapport. En raison de la nature dynamique d'Internet, des ressources gratuites et accessibles au public peuvent subséquemment faire l'objet de restrictions ou de frais d'accès, et l'emplacement des éléments d'information peut changer lorsque les menus et les pages Web sont modifiés.

© 2015 Conseil des académies canadiennes

Imprimé à Ottawa, Canada



## **Le Conseil des académies canadiennes**

### *Le savoir au service du public*

Le Conseil des académies canadiennes (CAC) est un organisme indépendant à but non lucratif qui soutient des évaluations spécialisées indépendantes, étayées scientifiquement et faisant autorité, qui alimentent l'élaboration de politiques publiques au Canada. Dirigé par un conseil des gouverneurs et conseillé par un comité consultatif scientifique, le CAC a pour champ d'action la « science » au sens large, ce qui englobe les sciences naturelles, les sciences humaines et sociales, les sciences de la santé, le génie et les lettres. Les évaluations du CAC sont effectuées par des comités pluridisciplinaires indépendants d'experts provenant du Canada et de l'étranger. Ces évaluations visent à cerner des problèmes nouveaux, des lacunes de nos connaissances, les atouts du Canada, ainsi que les tendances et les pratiques internationales. Ces études fournissent aux décideurs gouvernementaux, aux universitaires et aux parties prenantes l'information de grande qualité dont ils ont besoin pour élaborer des politiques publiques éclairées et innovatrices.

Tous les rapports d'évaluation du CAC sont soumis à un examen formel. Ils sont publiés et mis à la disposition du public sans frais. Des fondations, des organisations non gouvernementales, le secteur privé et tout palier de gouvernement peuvent soumettre au CAC des questions susceptibles de faire l'objet d'une évaluation. Le CAC bénéficie aussi du soutien de ses trois académies membres fondatrices :

**La Société royale du Canada (SRC)** est le principal organisme national regroupant d'éminents scientifiques, chercheurs et gens de lettres au Canada. La SRC a pour objectif premier de promouvoir l'acquisition du savoir et la recherche en arts et en sciences. La Société est composée de près de 2 000 membres, hommes et femmes, choisis par leurs pairs pour leurs réalisations exceptionnelles en sciences naturelles, en sciences sociales, en sciences humaines et dans les arts. La SRC s'attache à reconnaître l'excellence universitaire, à conseiller les gouvernements et les organisations, ainsi qu'à promouvoir la culture canadienne.

**L'Académie canadienne du génie (ACG)** est l'organisme national par l'entremise duquel les ingénieurs les plus chevronnés et expérimentés du Canada offrent au pays des conseils stratégiques sur des enjeux d'importance primordiale. Fondée en 1987, l'ACG est un organisme indépendant, autonome et à but non lucratif. Les membres de l'ACG sont nommés et élus par leurs pairs en reconnaissance de leurs réalisations exceptionnelles et de leurs longs états de service au sein de la profession d'ingénieur. Au nombre d'environ 600, les membres de l'ACG s'engagent à faire en sorte que les connaissances expertes en génie du Canada soient appliquées pour le plus grand bien de tous les Canadiens.

**L'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS)** reconnaît les personnes qui ont à leur actif de grandes réalisations dans le domaine des sciences de la santé au Canada. Fondée en 2004, l'ACSS compte quelque 400 membres et en élit de nouveaux chaque année. L'organisation est dirigée par un conseil d'administration et un comité exécutif bénévoles. La première fonction de l'ACSS consiste à fournir en temps opportun des évaluations éclairées et impartiales sur des questions urgentes qui touchent la santé des Canadiens et des Canadiennes. L'ACSS surveille également les événements mondiaux reliés à la santé, afin d'améliorer l'état de préparation du Canada en la matière, et assure une représentation du pays en sciences de la santé sur le plan international. L'ACSS fait autorité au nom de la collectivité multidisciplinaire des sciences de la santé.

[www.sciencepourlepublic.ca](http://www.sciencepourlepublic.ca)

@scienceadvice

## **Le comité d'experts sur la consommation énergétique et les changements climatiques**

**Keith W. Hipel, MSRC, FACG, coprésident**, professeur, génie de la conception des systèmes, Université de Waterloo (Waterloo, Ont.)

**Paul R. Portney, coprésident**, ancien professeur d'économie, Université de l'Arizona; ancien président, Resources for the Future (Santa Barbara, CA)

**F. Michael Cleland**, consultant privé (Ottawa, Ont.)

**Debra J. Davidson**, professeure de sociologie de l'environnement, Département d'économie des ressources et de sociologie environnementale, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

**Eddy Isaacs, FACG**, chef de la direction, Alberta Innovates – Energy and Environment Solutions (Calgary, Alb.)

**Mark Jaccard, MSRC**, professeur, École de gestion des ressources et de l'environnement, Université Simon Fraser (Vancouver, C.-B.)

**Vicky Sharpe**, membre du conseil d'administration et agrégée supérieure, Institut international du développement durable (IIDD) (Toronto, Ont.)

**Sara Jane Snook, FACG**, ingénieure-conseil indépendante (Halifax, N.-É.)

## Message des coprésidents

Les données probantes disponibles affirment clairement que le climat de la Terre est en train de changer, que ces changements sont causés par les émissions de gaz à effet de serre (GES) produites par l'activité humaine et que sans une réduction importante de ces émissions, l'ampleur et le rythme des changements climatiques feront courir de graves risques à la planète. Selon le comité d'experts, que ce soit au Canada ou dans le monde en général, les risques posés par l'évolution du climat justifient le déploiement d'efforts soutenus et accélérés pour réduire les émissions de GES au cours des décennies à venir. Il s'agit d'un immense défi qui exige une transformation fondamentale de la société.

Dans les faits, il est possible que l'on exagère la complexité technologique et politique des changements climatiques. Le problème et ses solutions possibles ont été énormément étudiés et sont à présent bien connus, et de plus en plus de technologies et de politiques visant à atténuer les émissions sont mises en œuvre. Guidé par ce constat, le comité d'experts a constitué un sommaire accessible, bien qu'aucunement exhaustif, de la documentation pertinente. Son objectif était de clarifier stratégiquement les problèmes et faire la synthèse des principes reconnus et acceptés par les experts énergétiques et climatiques et étayés par la documentation. Le comité a aussi adopté un point de vue systémique, qui tenait compte de l'interconnectivité de la société et du milieu naturel l'entourant et de l'importance de mettre en évidence les leçons tirées de la conception et de la mise en application des politiques relatives aux changements climatiques partout sur la planète.

Il est évident qu'un avenir où les rejets de GES seraient faibles est possible, mais il dépendra de la volonté collective et de l'ambition des gouvernements fédéral et provinciaux. Le Canada est particulièrement bien outillé pour satisfaire des restrictions draconiennes des émissions de GES, grâce à son abondance de ressources énergétiques naturelles et à son expertise technologique. Selon le comité d'experts, il peut donc opérer une transformation majeure si les politiques adéquates sont mises en place. Les stratégies et les politiques optimales permettant d'atteindre cet objectif devront être adaptatives, afin de suivre les besoins et de répondre à l'évolution des émissions, aux progrès technologiques et aux changements sociaux, économiques et politiques



particuliers. Elles devront également s'appuyer sur des principes systémiques de résilience, de durabilité, d'équité et d'intégration entre les provinces et territoires et entre les disciplines.

À titre de coprésidents, nous sommes extrêmement reconnaissants à nos collègues membres du comité d'experts, qui représentaient un riche éventail de domaines, d'avoir offert leur temps, leurs connaissances, leur sagesse et leur considérable expérience pour faire en sorte que notre rapport soit complet, éclairant, équilibré et d'une qualité générale qui réponde aux normes du Conseil des académies canadiennes (CAC). Les délibérations du comité étaient toujours stimulantes, constructives et utiles à l'avancée du projet et nous avons eu plaisir à voir comment les différentes opinions ont convergé pour atteindre un consensus.

Tout comme nos collègues du comité d'expert, nous sommes très heureux d'avoir eu la possibilité d'analyser cette importante question et en leur nom, nous remercions Magna International Inc. d'avoir demandé cette évaluation au CAC. Nous tenons particulièrement à remercier M. Donald Walker, directeur général, et M. David Mark Pascoe, vice-président à l'Ingénierie et à la Recherche et développement chez Magna International Inc. pour nous avoir expliqué le travail de leur organisation et la motivation de l'évaluation et pour nous avoir orientés sur les manières possibles d'établir le mandat du comité d'experts. Le comité souhaite également remercier les examinateurs du rapport qui ont bénévolement formulé de précieuses suggestions et amélioré la qualité, l'équilibre et l'exhaustivité du travail du comité. Le rapport final n'aurait pas été le même sans leurs conseils avisés.

Enfin, le comité d'experts est extrêmement reconnaissant aux membres du personnel du Conseil des académies canadiennes pour l'extraordinaire soutien à la recherche qu'ils lui ont apporté. Ces personnes ont été des partenaires à part entière dans cette entreprise et méritent d'être reconnues à ce titre.



**Keith W. Hipel, MSRC, FACG,**  
coprésident



**Paul R. Portney,**  
coprésident

Le comité d'experts sur la consommation énergétique  
et les changements climatiques

## **Personnel responsable du projet au Conseil des académies canadiennes**

Équipe de l'évaluation : Andrew Taylor, directeur de programmes  
R. Dane Berry, directeur adjoint de programmes  
Suzanne Loney, associée de recherche  
Kristen Cucan, coordonnatrice de programmes

Avec la participation de : Eve Rickert, Talk Science to Me Inc., révision de l'anglais  
Roma Ilnyckyj, Talk Science to Me Inc.,  
révision de l'anglais  
Accurate Design & Communication,  
conception graphique

## Examen du rapport

Ce rapport a été examiné, à l'état d'ébauche, par les personnes mentionnées ci-dessous. Celles-ci ont été choisies par le Conseil des académies canadiennes pour refléter une diversité de points de vue, de domaines de spécialisation et d'origines, dans les secteurs des établissements universitaires, de l'entreprise privée, des politiques et des organisations non gouvernementales.

Ces examinateurs ont évalué l'objectivité et la qualité du rapport. Leurs avis — qui demeureront confidentiels — ont été pleinement pris en considération par le comité d'experts, et un grand nombre de leurs suggestions ont été incorporées dans le rapport. Nous n'avons pas demandé à ces personnes d'approuver les conclusions du rapport, et elles n'ont pas vu la version définitive du rapport avant sa publication. Le comité d'experts qui a effectué l'évaluation et le Conseil des académies canadiennes assument l'entière responsabilité du contenu définitif de ce rapport.

Le CAC tient à remercier les personnes suivantes d'avoir bien voulu examiner le rapport :

**Monica Gattinger**, présidente du Collaboratoire sur les recherches et les politiques énergétiques et professeure agrégée, École d'études politiques, Université d'Ottawa (Ottawa, Ont.)

**Fiona Jones**, directrice générale, Développement durable, Suncor (Calgary, Alb.)

**David B. Layzell, MSRC**, directeur et professeur, programme Canadian Energy Systems Analysis Research (CESAR), Université de Calgary (Calgary, Alb.)

**Richard J. Marceau, FACG**, vice-président à la Recherche, Université Memorial de Terre-Neuve (St. John's, T.-N.-L.)

**David L. McCollum**, chercheur, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) (Laxenburg, Autriche)

**James Meadowcroft**, professeur et titulaire de la chaire de recherche du Canada en gouvernance et développement durable, École de politique publique et d'administration et département de Sciences politiques, Université Carleton (Ottawa, Ont.)

**Nancy Olewiler**, professeure en politique publique, Université Simon Fraser (Vancouver, C.-B.)

**Oskar T. Sigvaldason, FACG**, président, SCMS Global (St. Catharines, Ont.)

La procédure d'examen du rapport a été supervisée, au nom du conseil des gouverneurs et du comité consultatif scientifique du CAC, par **Jean Gray, C.M., MACSS**, professeure émérite de médecine, Université Dalhousie, (Halifax, N.-É.). Son rôle était de veiller à ce que le comité d'experts prenne en considération de façon entière et équitable les avis des examinateurs. Le conseil des gouverneurs du CAC n'autorise la publication du rapport d'un comité d'experts qu'une fois que la personne chargée de superviser l'examen du rapport confirme que le rapport satisfait bien aux exigences du CAC. Le CAC remercie Dre Gray d'avoir supervisé consciencieusement l'examen du rapport.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Janet W. Bax". The signature is stylized with a large, looping initial "J" and a prominent "B".

**Janet W. Bax**

présidente par intérim, Conseil des académies canadiennes

## Sommaire

Pour qu'une société fonctionne, elle doit disposer d'un système énergétique fiable et grâce à l'amélioration de sa capacité à exploiter l'énergie provenant de plusieurs sources, l'être humain a pu élever son niveau de vie partout sur la planète. Comme de nombreux pays, le Canada dépend essentiellement des combustibles fossiles. Le charbon, le pétrole et le gaz naturel comptent ensemble pour 72 % de son approvisionnement énergétique et sont les principales sources d'énergie employées pour le transport, le chauffage local, de nombreux procédés industriels et la production d'électricité dans certaines provinces. L'utilisation de ces combustibles augmente la quantité de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère et provoque des changements généralisés du climat terrestre. Les risques considérables et étendus que cette utilisation fait peser sur la société et sur les écosystèmes justifient le déploiement d'efforts soutenus et accélérés pour réduire les émissions de gaz à effet de serre découlant de l'activité humaine dans les décennies à venir.

Le Conseil des académies canadiennes (CAC) a été chargé de synthétiser les données probantes disponibles sur certaines sources et technologies énergétiques et sur les politiques publiques qui contribueraient à la transition vers un système énergétique à faibles émissions au Canada. Ce mandat répond à la frustration de certains leaders du milieu des affaires face au manque de clarté concernant les faits essentiels sur les changements climatiques et sur les technologies énergétiques et les solutions politiques permettant de les contrer. Pour répondre à sa mission, le CAC a constitué un comité interdisciplinaire de huit experts en économie, en politique publique, en génie et en systèmes et technologies énergétiques. De leurs discussions et de leur examen des données probantes, trois principales constatations se sont dégagées.

### **Constatation 1 : Le Canada doit considérablement réduire ses émissions en adoptant les technologies offertes sur le marché.**

Dans les prochaines décennies, la transition vers un système énergétique à faibles émissions s'effectuerait selon trois stratégies principales : amélioration de l'efficacité énergétique, passage des sources à fortes émissions aux sources à faibles émissions (substitution interénergétique) et, possiblement, adoption de technologies de captage et stockage du carbone (CSC). Améliorer l'efficacité énergétique peut procurer des gains rapides et jeter les bases pour une introduction économique de technologies à faibles émissions. Cependant, la réduction massive des émissions nécessitera le recours à la substitution interénergétique et, éventuellement, au CSC pour accompagner l'usage des

combustibles fossiles. Tirer parti des technologies existantes dans ces domaines pour le transport, le bâtiment et l'industrie permettrait de réduire les émissions à grande échelle. Il existe plusieurs solutions prometteuses à cet égard :

- *Transport* : Gains constants d'efficacité pour tous les véhicules par l'augmentation du recours à l'électricité à faibles émissions pour le transport de voyageurs, l'élargissement de l'utilisation des biocarburants dans le transport de marchandises et l'aménagement urbain et la planification de l'infrastructure de transport à long terme.
- *Bâtiment* : Gains constants d'efficacité dans les nouveaux édifices ou lors de la rénovation, par le passage à l'électricité pour le chauffage local dans les bâtiments fortement écoénergétiques et par l'adoption sélective de systèmes de chauffage communautaire captant et utilisant la chaleur résiduelle ou exploitant des sources d'énergies renouvelables.
- *Industrie* : Gains constants d'efficacité dans les procédés industriels, réduction des émissions fugitives, emploi du CSC dans les procédés industriels adaptés, électrification et meilleure utilisation de la biomasse dans les applications industrielles qui le permettent.

Cependant, étant donné la cherté de ces technologies par rapport aux solutions conventionnelles, il est peu probable qu'elles soient choisies sans la mise en place de politiques strictes et obligatoires. L'innovation et les progrès technologiques seront aussi essentiels pour réduire progressivement les coûts des technologies énergétiques à faibles émissions.

## **Constatation 2 : L'électricité à faibles émissions est la base d'un système énergétique à faibles émissions.**

Le passage à l'électricité à faibles émissions élimine les rejets de CO<sub>2</sub> durant la production d'énergie et contribue également à la réduction des émissions dans transport, le bâtiment et l'industrie, puisque ces secteurs emploient de plus en plus l'électricité comme source d'énergie. De nombreux Canadiens vivent dans des provinces ou territoires qui profitent déjà d'une électricité à faibles émissions. Toutefois, la réduction des émissions dans le futur nécessitera que les provinces qui comptent toujours sur des sources d'électricité polluantes, comme le charbon, effectuent la transition et que toutes les provinces accroissent la production à émissions faibles ou nulles pour faire face à la demande croissante. Cette expansion nécessitera une planification rigoureuse pour davantage intégrer l'électricité tirée de sources renouvelables intermittentes (p. ex. énergie

solaires, énergie éolienne, centrales au fil de l'eau) à une capacité de stockage accrue et aux autres sources d'énergie acheminable (comme l'hydroélectricité, le nucléaire, la géothermie, la biomasse et le charbon ou le gaz naturel avec CSC). Investir dans les lignes de transport d'électricité, les interconnexions et la modernisation des réseaux peut également améliorer la flexibilité et permettre aux technologies de production à faibles émissions de jouer un plus grand rôle. Le coût de ces technologies, même s'il est encore généralement plus élevé que ceux des centrales à combustibles fossiles, baisse rapidement. Étant donnée la relative faiblesse des prix de l'électricité au Canada dans la plupart des provinces et territoires, il est peu probable que le coût de production électrique à partir de sources à faibles émissions constitue un fardeau majeur pour la plupart des consommateurs et des entreprises.

**Constatation 3 : La transition vers un système énergétique à faibles émissions est réalisable si elle est accompagnée d'une combinaison adéquate de politiques strictes de politiques souples.**

Il n'existe pas une politique adéquate unique pour réduire les émissions provenant de la production d'énergie. Cependant, l'expérience a jusqu'ici montré que des mesures volontaires seules sont insuffisantes et que les politiques axées uniquement sur de futurs progrès technologiques n'offrent aucune garantie de réduction des émissions. Des politiques d'émissions strictes, obligatoires et à l'échelle de l'économie sont donc essentielles si le Canada veut réussir la transition de son système énergétique. Les taxes sur le carbone, les systèmes de plafonnement et échange et autres instruments de réglementation sont des approches possibles. Mais quelles que soient les politiques utilisées, certaines caractéristiques de conception peuvent en améliorer l'efficacité à de nombreux égards. On peut par exemple lier ces politiques à des limites d'émissions contraignantes et de plus en plus strictes ou à des prix du carbone contraignants et augmentant constamment, lesquels seraient accompagnés de dispositions de contrôle et de pénalité appropriées. D'autres solutions consistent également à offrir une grande souplesse de conformité, à traiter équitablement les entreprises nouvelles et existantes, à harmoniser les politiques au Canada et à établir des liens internationaux, à compenser les groupes lésés par les politiques (au moins de façon transitoire) ou à inclure le public dans la prise de décision.

En plus de politiques obligatoires, les politiques habilitantes sont extrêmement importantes pour appuyer les réductions d'émissions. Elles comprennent l'investissement gouvernemental direct, l'ajustement des subventions, l'infrastructure d'appui, le soutien à l'innovation et l'amélioration de l'efficacité

des processus réglementaires. De plus, le soutien à l'innovation énergétique peut accélérer l'adoption de technologies à faibles émissions en les rendant plus abordables.

Avec des politiques à l'échelle de l'économie en place, les individus, les entreprises et les autres décideurs peuvent choisir les réponses technologiques et énergétiques qui correspondent à leur contexte et ajuster leur décision avec le temps pour l'adapter aux progrès scientifiques, aux avancées technologiques et aux tendances en matière de réduction des émissions.

## MARCHE À SUIVRE

S'attaquer aux changements climatiques nécessitera en fin de compte une action mondiale coordonnée pour protéger une ressource commune — l'atmosphère terrestre — et demandera que la société soit prête à payer aujourd'hui pour obtenir des résultats dont profiteront essentiellement les générations futures. Par contre, les problèmes technologiques et politiques posés par les changements climatiques peuvent ne pas être aussi complexes que ce qu'on pense souvent. Les conséquences de ces changements et leurs solutions possibles ont été énormément étudiées et sont maintenant bien connues.

Si les transitions de système énergétique exigent normalement plusieurs décennies en raison de la longévité de l'infrastructure et des investissements massifs requis, elles peuvent être accélérées grâce à l'appui de politiques stratégiques; de plus, de telles transitions ont déjà été amorcées dans certaines provinces et certains territoires du Canada. Retarder la transformation augmenterait avec le temps les coûts à déboursier pour atteindre les cibles de réduction des émissions, à cause du risque de rester pris avec de nouvelles installations et une nouvelle infrastructure polluantes que cette décision poserait.

Pour que les transitions s'effectuent dans leur intégralité, il faudra des politiques s'adaptant à l'évolution de la situation économique, technologique et environnementale, et cohérentes dans le temps. Grâce à des politiques strictes et souples, le Canada pourra réduire considérablement les émissions produites par son système énergétique dans les prochaines décennies. Cette transition ne se fera pas sans coûts pour les consommateurs, les entreprises et l'économie dans son ensemble. Toutefois, elle est réalisable sans mettre en péril la croissance économique et la compétitivité à long terme du pays.







Council of Canadian Academies  
Conseil des académies canadiennes

Conseil des académies canadiennes  
180, rue Elgin, bureau 1401  
Ottawa (Ontario) K2P 2K3  
Tél. : 613-567-5000  
[www.sciencepourlepublic.ca](http://www.sciencepourlepublic.ca)