



Environnement
Canada

Environment
Canada



Tendances en matière d'émissions au Canada

Environnement Canada

2014

Canada 

N° de cat. : En81-18/2014F-PDF
ISSN : 2291-9406

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu de cette publication, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de l'administrateur du droit d'auteur d'Environnement Canada. Si vous souhaitez obtenir du gouvernement du Canada les droits de reproduction du contenu à des fins commerciales, veuillez demander l'affranchissement du droit d'auteur de la Couronne en communiquant avec :

Environnement Canada
Informathèque
10, rue Wellington, 23^e étage
Gatineau (Québec) K1A 0H3
Téléphone : 819-997-2800
Ligne sans frais : 1-800-668-6767 (au Canada seulement)
Télécopieur : 819-994-1412
ATS : 819-994-0736
Courriel : enviroinfo@ec.gc.ca

Photos : © Environnement Canada

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de l'Environnement, 2014

Also available in English

Annexe 4. Méthode d'élaboration des scénarios d'émissions

Les scénarios mis au point pour appuyer les projections en matière d'émissions de GES d'Environnement Canada proviennent d'une série d'hypothèses plausibles portant, entre autres, sur la croissance démographique et économique, les prix, l'offre et la demande d'énergie, et l'évolution des technologies écoénergétiques. Ces projections posent également comme hypothèse que le gouvernement ne prendra pas d'autres mesures de lutte contre les émissions de GES, autres que celles déjà mises en place en mai 2014.

Les projections en matière d'émissions présentées dans ce rapport ne peuvent pas être perçues comme une estimation précise des émissions à une date ultérieure. Le présent rapport soumet plutôt une simple projection de la structure actuelle et du contexte politique à l'avenir, sans tenter de tenir compte des changements inévitables, mais encore inconnus, qui surviendront dans les politiques gouvernementales, l'offre et la demande d'énergie, la technologie énergétique ou les événements économiques et politiques domestiques et internationaux.

Les projections en matière d'émissions ont été élaborées en accord avec les meilleures pratiques généralement reconnues. Elles incluent des normes du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) relatives à l'estimation des émissions de GES provenant de différents carburants et processus, et sont fondées sur le point de vue d'experts externes ainsi que sur les données les plus récentes disponibles concernant les facteurs clés, comme la croissance économique, les prix de l'énergie, et l'offre et la demande en matière d'énergie. Elles appliquent aussi un cadre de modélisation énergétique et macroéconomique reconnu à l'échelle internationale, en ce qui concerne l'estimation des émissions et des interactions économiques. Les projections et les hypothèses sous-jacentes dont il est question dans le rapport *Tendances en matière d'émissions au Canada* de cette année ont été soumises à un processus de consultation auprès des principales parties intéressées, alors qu'un examen plus approfondi des approches méthodologiques est effectué périodiquement par de grands spécialistes externes de la modélisation économique et des projections sur les émissions de GES.

L'approche pour l'élaboration des projections en matière d'émissions de GES au Canada comprend deux caractéristiques principales :

- l'utilisation des statistiques les plus récentes sur les émissions de GES et l'utilisation d'énergie, et l'élaboration d'hypothèses clés à partir des meilleures sources d'information spécialisées publiques et privées disponibles;
- l'élaboration de scénarios de projections en matière d'émissions à l'aide d'un modèle détaillé et éprouvé, le modèle énergie-émissions-économie du Canada.

Données mises à jour et hypothèses

Chaque année, Environnement Canada met à jour ses modèles à l'aide des données les plus récentes disponibles, provenant du *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* de Statistique Canada et du RIN du Canada. Concernant ces projections, les données historiques les plus récentes disponibles datent de 2012. Les projections d'Environnement

Canada et les données historiques présentées dans le RIN sont alignées, selon les définitions des secteurs économiques.

Outre les plus récentes données historiques, ces projections sont fondées sur les attentes des experts en matière de facteurs clés (p. ex., le prix mondial du pétrole). Ces projections sont fondées sur les données énergétiques et économiques les plus récentes, les hypothèses de modélisation clés étant alignées sur les points de vue du gouvernement du Canada :

- les perspectives de l'Office national de l'énergie concernant les prix de l'énergie et les projets énergétiques de grande envergure;
- la croissance économique selon l'enquête de juin 2014 du ministère des Finances auprès des prévisionnistes économiques du secteur privé et la mise à jour des projections économiques et budgétaires de novembre 2013;
- les projections en matière de croissance démographique de Statistique Canada.

Même avec les suppositions des experts externes, une incertitude considérable entoure les hypothèses liées au prix de l'énergie et à la croissance économique, notamment à moyen et long terme. Par conséquent, une fourchette d'émissions est présentée pour refléter une série d'analyses de sensibilité. Ces cas ont été fondés sur une croissance lente ou rapide du PIB ainsi que sur des prix du pétrole et des niveaux de production bas et élevés.

Le scénario « sans mesure »

En 2014, le scénario « sans mesure » (ou sans programmes) a été entièrement remodelé pour tenir compte de tous les changements structurels se produisant au sein du modèle et mettre à jour les hypothèses concernant les facteurs clés. De plus, une méthodologie améliorée est utilisée pour veiller à ce que les facteurs soient pris en compte conformément à la description du scénario.

Le scénario « sans mesure » est construit en faisant commencer le mode de prévision du modèle en 2006, lequel est configuré pour exclure toutes les politiques gouvernementales mises en œuvre après 2005. Les données macroéconomiques historiques sont utilisées entre 2006 et 2012, tandis que les prix de gros de l'énergie tout au long de la période de projection demeurent identiques à ceux utilisés dans le scénario de référence. Les modifications en matière d'utilisation de l'énergie dans le secteur de l'électricité découlant de facteurs non dictés par des politiques, y compris la mise à niveau de centrales nucléaires ou les fluctuations des capacités des barrages hydroélectriques liées à des conditions météorologiques passées, sont prises en compte dans le scénario « sans mesure ». Les émissions exogènes liées à l'agriculture et provenant de la production animale et végétale sont maintenues aux niveaux du scénario de référence pendant toute la période de projection. Tous les autres secteurs, soit les transports, le pétrole et gaz naturel, les bâtiments, les industries exposées au commerce et intensives en émissions, et les déchets et autres, découlent de l'intensité des émissions la plus élevée entre 2005 et 2012, sous réserve d'une limite ne dépassant pas de plus de 30 % la valeur de 2012.

Méthode de l'indice de la moyenne logarithmique de Divisia présentée dans l'encadré intitulé « Décomposition des émissions de GES associées à l'énergie au Canada »

Depuis la fin des années 1970, les chercheurs ont recours à une technique d'analyse par décomposition pour expliquer les variations associées à l'énergie et aux émissions de gaz à effet de serre. Cette analyse s'appuie sur l'équivalence présentée ci-dessous²⁵ :

$$E = A \cdot \frac{E}{A} = \sum_i A \cdot \frac{a_i}{A} \cdot \frac{e_i}{a_i} = \sum_i A \cdot S_i \cdot I_i$$

Où :

E = Émissions

A = Activité total

a_i = Activité du sous-secteur i

E_i = Émissions du sous-secteur i

S_i = L'effet structurel i

I_i = L'effet de l'intensité i

Habituellement, l'effet global de l'activité (A) est une mesure de la croissance économique. De plus, les mesures des activités varient d'un secteur à l'autre. Par exemple, l'activité du secteur résidentiel est mesurée en fonction de la surface utile, tandis que dans le secteur industriel, on mesure généralement l'activité en fonction de la production brute. L'effet structurel (S_i) mesure les changements dans la composition de l'économie, comme le passage d'une industrie de production de biens à une industrie de production de services. L'effet de l'intensité (I_i) mesure les changements d'intensité des émissions à l'échelle des sous-secteurs. Cette variable rend compte des répercussions des changements de composition en combustibles ainsi que des améliorations liées à l'efficacité énergétique.

Diverses méthodes peuvent être utilisées pour décomposer l'identité, chacune avec des avantages et des inconvénients. La méthodologie utilisée dans ce cas-ci est la méthode de l'indice de la moyenne logarithmique de Divisia (IMLD) utilisée par Ressources naturelles Canada et par d'autres spécialistes internationaux. Les principaux avantages de cette méthode, tels que décrits dans l'ouvrage de Ang (2004),²⁶ sont les suivants :

- application mathématique relativement simple;
- additivité entre les sous-secteurs;
- absence de valeurs résiduelles.

²⁵ Ressources naturelles Canada, Amélioration de la méthodologie de factorisation pour l'*Évolution de l'efficacité énergétique au Canada*, de 1990 à 2005, juillet 2007. À des fins de simplicité, l'analyse n'utilise pas l'approche en continu fondée sur l'année de référence qu'a adoptée Ressources naturelles Canada.

²⁶ Ang, B.W., « Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method? », *Energy Policy*, 2004, vol. 32, numéro 9, p. 1131-1139.

Avec la méthode IMLD, la décomposition des variations des émissions de GES, dans le temps ou entre deux situations, peut être décrite par les équations suivantes :

$E_1 - E_0 = \sum_i \frac{e_{i1} - e_{i0}}{\ln\left(\frac{e_{i1}}{e_{i0}}\right)} \bullet (\ln A_1 - \ln A_0)$	Effet de l'activité
$+ \sum_i \frac{e_{i1} - e_{i0}}{\ln\left(\frac{e_{i1}}{e_{i0}}\right)} \bullet \left(\ln \frac{a_{i1}}{A_1} - \ln \frac{a_{i0}}{A_0}\right)$	Effet structurel
$+ \sum_i \frac{e_{i1} - e_{i0}}{\ln\left(\frac{e_{i1}}{e_{i0}}\right)} \bullet \left(\ln \frac{e_{i1}}{a_{i1}} - \ln \frac{e_{i0}}{a_{i0}}\right)$	Effet de l'intensité d'émissions

Modèle énergie-émissions-économie du Canada

Les projections présentées dans ce chapitre ont été générées à l'aide du modèle énergie-émissions-économie du Canada (E3MC) d'Environnement Canada.

Le modèle E3MC regroupe deux composantes : Énergie 2020, qui rassemble la structure de l'offre et de la demande d'énergie du Canada, et le modèle macroéconomique interne de l'économie canadienne.

Le modèle Énergie 2020 est un modèle nord-américain intégré, multirégional et multisectoriel qui simule l'offre, le prix et la demande pour tous les combustibles. Il permet de déterminer les extrants énergétiques et les prix dans chaque secteur, tant sur les marchés réglementés que sur les autres marchés. Il simule la manière dont des facteurs tels que les prix de l'énergie et les mesures gouvernementales peuvent influencer sur les choix des consommateurs et des entreprises en matière d'achat et d'utilisation d'énergie. Ses résultats sont notamment les changements dans l'utilisation de l'énergie, les prix de l'énergie, les émissions de GES, les coûts d'investissement et les économies possibles résultant de mesures, afin de déterminer les effets directs découlant des mesures de réduction des GES. Les économies et les investissements provenant d'Énergie 2020 sont ensuite utilisés comme intrants dans le modèle macroéconomique.

Le modèle macroéconomique interne sert à examiner la consommation, les investissements, la production et les décisions commerciales dans toute l'économie. Il saisit l'interaction entre les industries ainsi que les répercussions sur les changements des prix à la production, des prix finaux relatifs et des revenus. Il tient également compte de l'équilibre fiscal du gouvernement, des flux monétaires, des taux d'intérêt et des taux de change. Plus précisément, le modèle macroéconomique rassemble 133 industries à l'échelle provinciale et territoriale. Il contient aussi une composante internationale qui tient compte des exportations et des importations, couvrant une centaine de produits. Ce modèle projette les effets directs sur la demande finale de l'économie, la production, l'emploi, la formation des prix et les revenus sectoriels qui résultent de divers choix de politiques. Ces éléments permettent à leur tour d'estimer l'effet de la politique sur les changements climatiques et les effets connexes sur l'économie nationale.

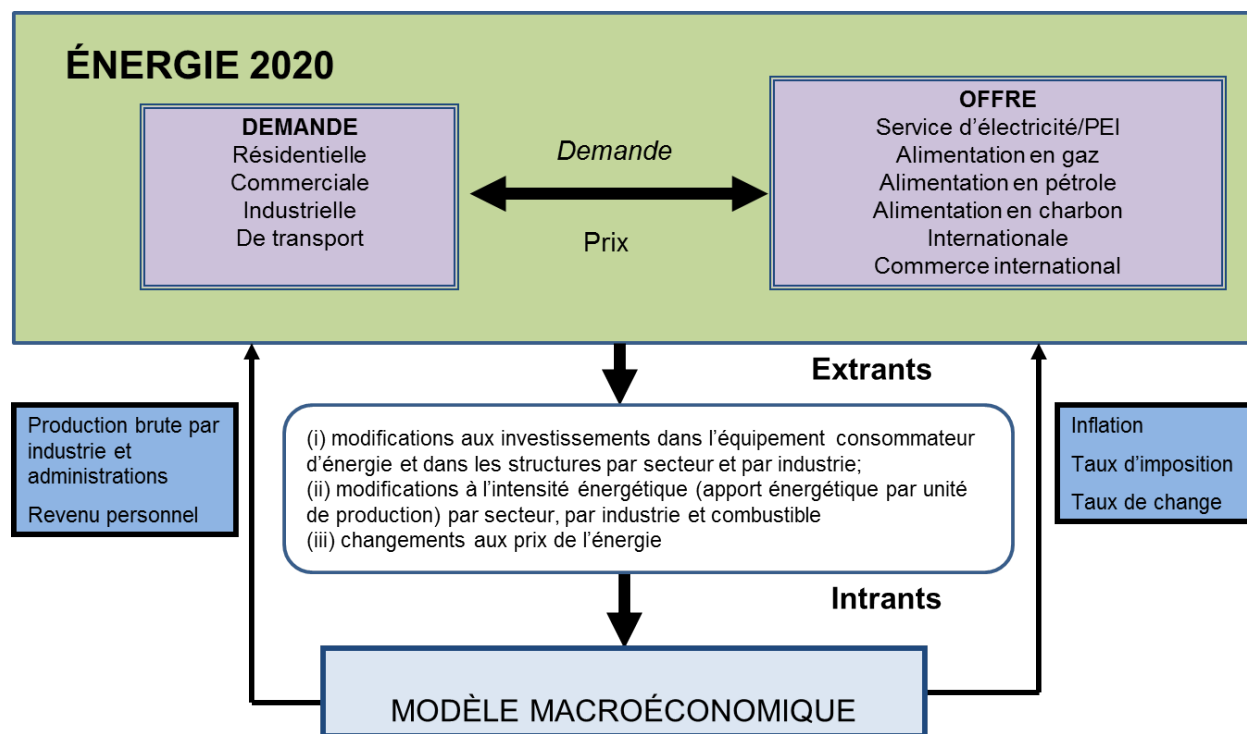
Le modèle E3MC élabore des projections à l'aide d'une approche axée sur le marché en matière d'analyse énergétique. Pour chaque type de carburant et chaque secteur de

consommation, ce modèle fait le bilan de l'offre et de la demande d'énergie, en tenant compte de la concurrence économique entre les diverses sources d'énergie. Ce modèle garantit l'uniformité des résultats parmi les secteurs et les régions. Il peut être utilisé en mode de prévision ou d'analyse. En mode de prévision, il produit les perspectives annuelles en matière d'énergie et d'émissions jusqu'en 2050. En mode d'analyse, il évalue les diverses options politiques, les programmes ou les règlements particuliers, les nouvelles technologies ou d'autres hypothèses.

Les extraits principaux du modèle sont des tableaux représentant la consommation d'énergie, la production et les prix par type de carburant, par année et par région. Le modèle détermine aussi de nombreux indicateurs macroéconomiques clés (p. ex., le PIB ou le chômage) et produit un ensemble cohérent de toutes les émissions de GES (notamment le CO₂, le CH₃ et le N₂O) par secteur et par province.

La figure A.5 illustre la structure générale du modèle E3MC. Les différents modules du modèle représentent les secteurs individuels de l'offre, de la demande et de la conversion des marchés de l'énergie nationaux et ils incluent un module macroéconomique. En général, les modules interagissent par l'intermédiaire de valeurs représentant les prix de l'énergie livrée aux secteurs consommateurs et les quantités de consommation finale d'énergie.

Figure A.5 : Modèle énergie-émissions-économie du Canada



Pour élaborer cette projection de l'énergie consommée et des émissions connexes, il a fallu donner une perspective de l'économie du Canada jusqu'en 2020. Le niveau et la composition de l'offre et de la demande en matière d'énergie et les émissions de GES qui en découlent sont déterminés en fonction de nombreuses hypothèses qui influent sur le volume global et le taux de croissance de l'économie.

Traitement des effets d'interaction

Les estimations de l'incidence nette des mesures gouvernementales intégrées aux scénarios de modélisation doivent tenir compte de l'interaction principale et des effets sur les comportements. L'approche analytique permise par le modèle E3MC relève ces défis de modélisation clés :

Additionnalité

L'additionnalité est liée à la question suivante : que serait-il arrivé en l'absence de l'initiative en question? Des problèmes d'additionnalité se posent lorsque les réductions d'émissions indiquées ne traduisent pas la différence d'émissions entre des scénarios équivalents avec ou sans l'initiative en question. Le cas se présente si les réductions d'une initiative ont déjà été incluses dans le scénario de référence : ces réductions seront alors comptées deux fois en l'absence de rectifications appropriées. Le modèle E3MC limite l'additionnalité, car la structure du modèle est fondée sur un processus progressif ou marginal de prise de décision. Le modèle E3MC suppose un profil d'efficacité énergétique ou d'intensité d'émissions particulier au niveau du secteur et au point d'utilisation finale (p. ex., chauffage de locaux, éclairage, alimentation auxiliaire). La philosophie de modélisation E3MC prévoit que si, par exemple, l'initiative en question doit accroître l'efficacité d'un appareil de chauffage à air chaud, seule l'efficacité d'un nouvel appareil de chauffage apporte un changement. L'efficacité des vieux appareils de chauffage ne change pas, et ces appareils doivent être mis hors service et remplacés par des appareils neufs plus efficaces pour obtenir un changement. Ainsi, tout changement dans le modèle s'ajoute à ce qui découle des hypothèses du maintien du statu quo.

Resquillage

Le resquillage est un problème connexe qui se pose lorsque les réductions indiquées incluent les résultats d'un comportement qui se serait produit, que la politique soit appliquée ou non. Cela peut se produire lorsque des subventions sont versées à tous les acheteurs d'un article (p. ex., un appareil de chauffage à haut rendement énergétique), qu'ils aient acheté l'article en raison de la subvention ou non. Ceux qui auraient acheté l'article de toute façon sont appelés des « bénéficiaires sans contrepartie » (ou « resquilleurs »). Dans ce modèle, le comportement des bénéficiaires sans contrepartie a déjà été pris en compte dans le scénario de référence. Leurs émissions ne sont donc pas prises en compte dans l'incidence de la politique. Au lieu de cela, le modèle E3MC tient uniquement compte du gain différentiel des technologies de réduction des émissions.

Effet de rebond

Ce terme désigne l'augmentation de l'utilisation d'un produit plus efficace par suite de la diminution de son prix d'utilisation. Par exemple, comme une voiture plus efficace est moins chère à conduire, les gens pourraient s'en servir davantage. Les réductions d'émissions seront généralement surestimées dans une proportion variant de 5 à 20 %, sauf si les estimations tiennent compte de la consommation accrue attribuable à l'effet de rebond. Le modèle comporte des mécanismes liés au choix de combustible, à l'efficacité du procédé, à l'efficacité de l'appareil, aux restrictions budgétaires à court terme et à la cogénération, autant de facteurs qui réagissent aux variations des coûts de l'énergie et des émissions dans divers cadres