



Les pratiques de modélisation et le processus de prise de décision dans les secteurs du transport, du climat et de l'énergie au Québec

Conclusions issues de l'atelier de la Phase 1a du Partenariat JCCTRP

27 Février 2018

INTRODUCTION

Les changements climatiques sont l'un des défis les plus importants de notre époque. Ils requièrent une coopération internationale d'une ampleur inédite pour éviter l'accumulation d'une quantité dangereuse de gaz à effets de serre (GES) dans l'atmosphère¹. En dépit du succès diplomatique que constitue la signature de l'Accord de Paris, la politique des changements climatiques n'a pas accompli de progrès significatifs au niveau international². En raison de ces défis, l'action concertée au niveau sous-national est de plus en plus considérée comme la voie privilégiée pour diminuer efficacement les émissions de GES par des processus politiques ascendants³. En Amérique du Nord, le Québec, la Californie et récemment l'Ontario ont pris un important rôle de chefs de file en politiques climatiques par la mise sur pied d'un système intégré de plafonnement et d'échange de droits d'émission, fonctionnant sous l'égide de la Western Climate Initiative (WCI) – un accord volontaire de coopération entre les juridictions partenaires⁴.

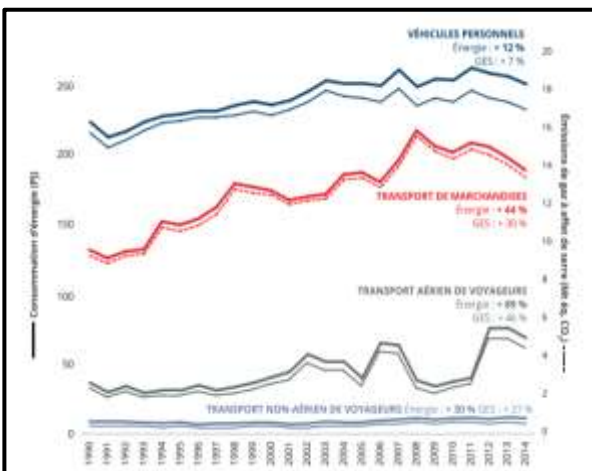
En 2015, le WCI a été substantiellement étendu pour inclure les émissions du secteur du transport, lequel constitue la plus importante source d'émissions dans les trois juridictions – 38% en Californie, 42% au Québec et 34% en Ontario⁵. Dans ce contexte, il est important pour les juridictions d'anticiper les effets de diverses mesures de réduction des émissions sur les échanges avec leurs partenaires de la WCI, en particulier celles qui sont liées au transport. La modélisation des systèmes énergétiques permet d'explorer ces enjeux en commençant à essayer de quantifier des scénarios de trajectoires énergétiques et technologiques. Il est tout aussi important de comprendre le rôle que joue la modélisation dans la prise de décision au niveau des politiques.

Cherchant à relever ce défi, des chercheurs universitaires et des professionnels en provenance du Québec, de la Californie, de l'Ontario et du Vermont ont formé le Partenariat Joint Clean Climate Transport Research Partnership (JCCTRP). Cette note de politiques rapporte les discussions menées lors de la première rencontre (Phase 1a) du Partenariat JCCTRP, tenue les 1^{er} et 2 novembre 2017 à Montréal. Le Partenariat JCCTRP vise à créer un réseau d'experts dont l'objectif sera d'identifier les meilleures pratiques et de formuler des propositions concrètes pour améliorer les capacités de modélisation et clarifier les liens entre la modélisation et la prise de décision dans l'ensemble des juridictions partenaires.

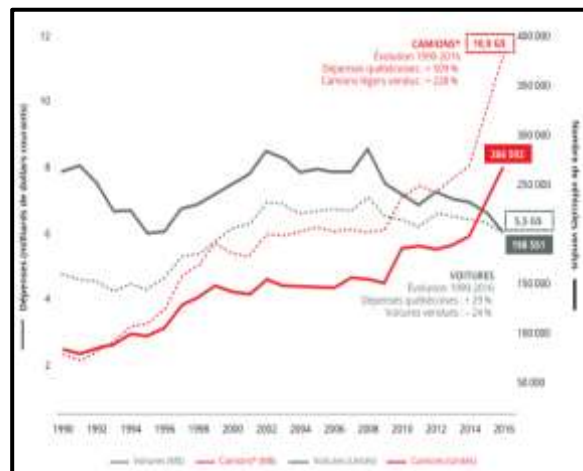
Dans cette note de politiques, les efforts québécois de réduction des émissions du secteur du transport sont présentés. Le Québec s'est récemment engagé à réduire les émissions de 37,5% par rapport aux niveaux de 1990 d'ici 2030⁶. Pour ce faire, le Québec a annoncé dans sa *Politique énergétique 2030* qu'il vise à (i) améliorer de 15 % l'efficacité avec laquelle l'énergie est utilisée ; (ii) réduire de 40 % la quantité de produits pétroliers consommés ; (iii) éliminer l'utilisation du charbon thermique ; (iv) augmenter de 25 % la production totale d'énergies renouvelables ; et (v) augmenter de 50 % la production de bioénergie⁷. Nous présentons ci-après quelques instruments importants de modélisation auxquels le Québec aura recours ainsi que certaines politiques importantes qu'elle a adoptées pour atteindre ces buts ambitieux. Il y a toutefois des raisons de s'inquiéter : les émissions du secteur du transport québécois ne montrent pas signe de déclin, en raison notamment de l'augmentation importante des ventes de camions légers (Figure 1).

Figure 1 : Émissions et tendances de marché dans le secteur du transport québécois

(a) Évolution de la consommation d'énergie et des émissions de GES provenant du transport commercial et des véhicules, 1990 à 2014.



(b) Évolution des dépenses liées aux ventes de véhicules et du nombre de camions et de voitures vendues au Québec, 1990 à 2016.



Source : Whitmore J et Pineau P-O (2017) *État de l'énergie au Québec 2018*, Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal, Montréal, pages 26, 28.

CAPACITÉS DE MODÉLISATION AU CANADA ET AU QUÉBEC

À titre de province du Canada, les politiques de transport et les politiques climatiques du Québec sont susceptibles d'être influencées par les efforts de modélisation du gouvernement fédéral. Le Canada dispose de capacités de modélisation des systèmes énergétiques, regroupées dans trois entités fédérales, certaines universités canadiennes et quelques groupes-conseils. L'Office national de l'énergie (ONE), Environnement et changement climatique Canada (ECCC) et Ressources naturelles Canada (RNCan) ont développé des modèles servant en général à prévoir les tendances en matière d'énergie et d'émissions de GES.

On observe cependant deux défis importants. Premièrement, très peu d'initiatives fédérales en matière de planification et de modélisation du transport ont été documentées⁸. Un modèle pertinent pour le transport est le modèle *de l'impact de la recharge des véhicules hybrides rechargeables* (PEV-CIM), développé par RNCan afin d'estimer l'impact des véhicules électriques sur la demande en électricité et les émissions au Canada⁹. Deuxièmement, les domaines du climat et du transport sont de compétence législative partagée entre les niveaux fédéral, provincial et municipal de gouvernement. Ceci a notamment pour implication que les efforts de modélisation entrepris par le gouvernement fédéral n'ont pas toujours une influence conséquente dans les discussions portant sur les politiques provinciales¹⁰.

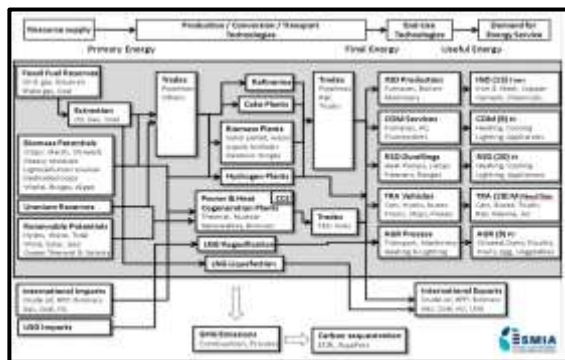
Certaines universités canadiennes et les sociétés d'experts-conseils qui leur sont liées ont développé des compétences plus avancées en matière de modélisation. La majorité de ces efforts portent sur la modélisation du système énergétique ; le secteur du transport n'est analysé qu'indirectement¹¹. Toutefois, certains efforts spécifiques au transport existent. Le Canadian Energy Research Institute (CERI) a développé un modèle de renouvellement du parc automobile¹². L'Université Simon Fraser in British Columbia abrite le Sustainable Transportation Action Research Team, responsable du développement et de l'utilisation d'un modèle de simulation de la demande en transport de personnes, le modèle REspondent-based Preference and Constraint (REPAC)¹³. Ce modèle repose sur des données tirées d'un large éventail de disciplines comprenant l'économie, le génie, l'opinion publique, le marketing et la psychologie. Il permet notamment de comparer les avantages et les coûts de différentes politiques d'incitation au transport sans émissions de GES, eu égard à la demande agrégée.

Au Québec, plusieurs participants à l'atelier du JCCTRP sont d'avis que le gouvernement du Québec dispose actuellement d'une capacité de modélisation insuffisante pour mener des analyses intégrées de caractérisation des impacts et des interactions entre les politiques énergétiques, climatiques et de transport. Ici encore, les chercheurs universitaires constituent la principale source d'expertise en modélisation. En matière de collecte et d'analyse de données, les chercheurs de HEC Montréal publient notamment *L'État d'énergie au Québec* depuis 2015, ce qui pallie l'absence de rapports gouvernementaux sur l'énergie¹⁴. En matière de modélisation, la firme de consultants ESMIA Consultants a développé le modèle TIMES le plus avancé pour le Canada, une composante de la plateforme NATEM (North American TIMES Energy Model)¹⁵ et affinée à l'occasion de projets de recherche conduits à HEC Montréal. Fait à noter, NATEM peut être utilisé pour conduire des analyses au niveau provincial et territorial, pour les 13 juridictions. Une importante application du modèle NATEM a permis d'identifier des opportunités de réduction des GES dont l'électrification du secteur du transport canadien est une importante composante¹⁶. La Figure 2 présente une vue d'ensemble de la complexité des interactions modélisées par le modèle. Le Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprises, la logistique et le transport (CIRRELT) a conduit des recherches sur l'optimisation du transport des marchandises par modèle d'analyse intégrée¹⁷. Le CIRRELT rassemble des chercheurs universitaires spécialisés dans le

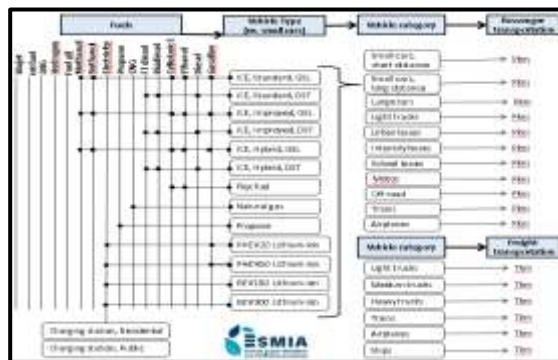
domaine du transport et de la logistique, dont des spécialistes du transport à échelle micro et de la modélisation de l'aménagement du territoire. Enfin, Dunsy Expertise en énergie et Daméco comptent parmi les acteurs du secteur privé qui détiennent une capacité avancée de modélisation du secteur énergétique¹⁸.

Figure 2 : Vue d'ensemble de NATEM

(a) Le système énergétique modélisé par NATEM.



(b) Le secteur du transport modélisé par NATEM.



Sources : Vaillancourt, K., Bahn, O., Frenette, E., Sigvaldason, O., 2017. "Exploring deep decarbonization pathways to 2050 for Canada using an optimization energy model framework", *Applied Energy* 195, 774-785.; TEFP - Trottier Energy Futures Project (2016) *Canada's challenge & opportunity – Transformations for major reductions in GHG emissions*. [Online] <http://iet.polymtl.ca/en/tefp>

En dépit de ces efforts, les participants à l'atelier du JCCTRP ont identifié des opportunités d'amélioration, tout particulièrement pour le développement de modèles spécifiques qui lient de manière plus satisfaisante les domaines de l'énergie, du climat et du transport. Il serait notamment important de clarifier la relation entre les modèles macro applicables au niveau provincial (comme NATEM) et les modèles micro du secteur du transport, plus susceptibles d'intégrer les considérations propres à l'aménagement du territoire et à la décision de politiques de niveau municipal. En outre, les modèles actuels souffrent de deux problèmes cruciaux. D'une part, les données disponibles laissent à désirer : il faudrait avoir davantage de données et les données doivent être mises à jour plus fréquemment. D'autre part, il faut intégrer aux modèles des modules de prédiction du comportement des utilisateurs d'énergie et de transport. Cet élément est incontournable pour affiner notre compréhension du comportement social et de l'évolution de la demande pour les nouvelles technologies. L'Institut de l'énergie Trottier (IET), hébergé à l'École Polytechnique, est chef de file en matière de développement des efforts de modélisation climatique et énergétique au Canada et au Québec¹⁹.

MODÉLISATION ET LA PRISE DE DÉCISION AU CANADA ET AU QUÉBEC

En dépit de l'actuelle consolidation de l'expertise québécoise en modélisation, plusieurs participants à l'atelier du JCCTRP ont souligné le manque de cohérence entre les objectifs du Québec en matière des changements climatiques et les politiques publiques adoptées. Par exemple, Normand Mousseau de l'IET a estimé que les politiques de réduction d'émissions dévoilées dans la *Politique énergétique 2030* ne permettraient de réduire que de 30% sous le niveau de 1990 les émissions de la province pour 2030, soit

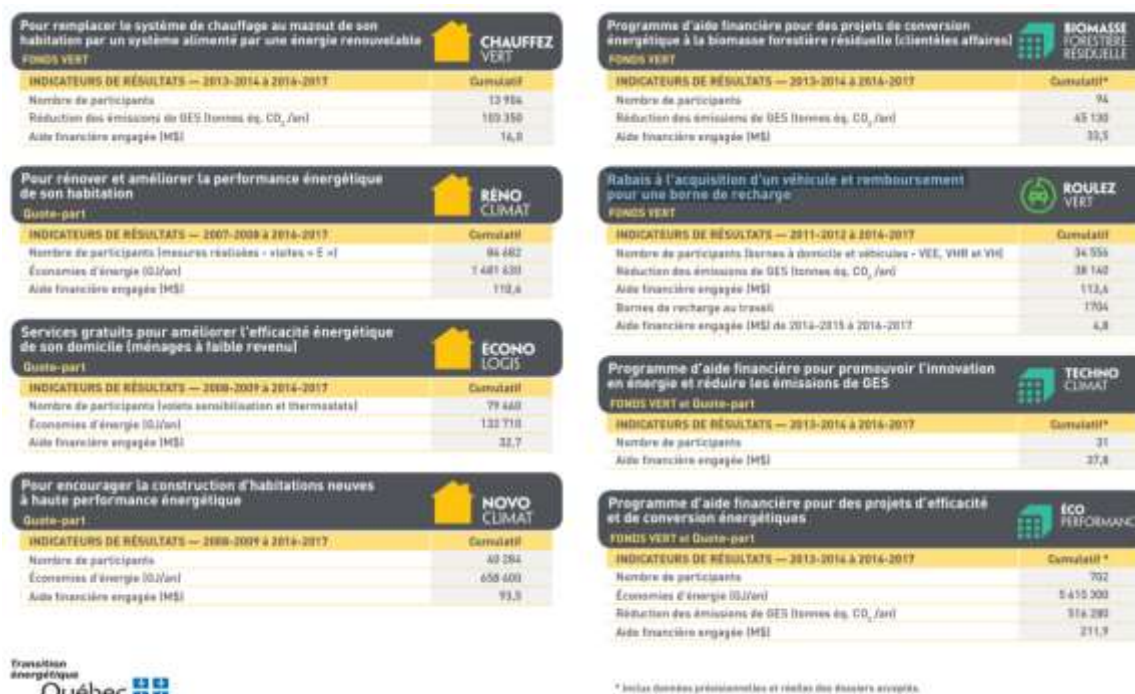
une réduction insuffisante pour atteindre la cible établie à une réduction des émissions de 37,5%²⁰. La cible pourrait toutefois être atteinte par des réductions dans d'autres secteurs ou par l'achat de droits d'émissions offerts par d'autres juridictions sur le marché commun du carbone. En outre, il n'est pas clair si les mesures annoncées par la *Politique énergétique 2030* sont fondées sur des exercices de modélisation. Ce manque de transparence est très préoccupant, notamment parce qu'il est impossible de savoir quel est l'impact attendu de chaque mesure sur le bilan d'émissions – un contraste important avec les pratiques californiennes qui mènent à la production du *Scoping Plan* (pour de plus amples informations, veuillez consulter la note de politiques du JCCTRP portant sur la Californie).

Des préoccupations similaires ont été évoquées quant à la cohérence des politiques de transport, du climat et de l'énergie, notamment par la nouvelle entité Transition énergétique Québec (TEQ). Créée en 2017, TEQ est maintenant responsable de l'administration de plusieurs programmes en efficacité énergétique destinés aux particuliers, aux entreprises, aux organismes et aux institutions. TEQ diffuse également des indicateurs de résultats sur ses différents programmes, y compris les réductions des émissions de GES calculées (Figure 3). Malheureusement, aucun représentant de TEQ n'a pu se joindre aux délibérations du premier atelier du JCCTRP. Il sera important de déterminer quel est le rôle de la modélisation dans le processus de prise de décision de cette entité. Plusieurs participants à l'atelier se sont dits impressionnés par l'ambition du mandat de TEQ, mais d'importantes questions restent sans réponse. Par exemple, bien que TEQ soit indépendant du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, son budget est alimenté par le Fonds vert, constitué par les revenus de la vente aux enchères des droits d'émissions du système de plafonnement et d'échange de droits d'émissions (SPEDE), géré par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Est-ce que TEQ a l'autorité d'augmenter ses dépenses de programme si les actions réalisées ne génèrent pas des réductions d'émission suffisantes ?

Dans l'ensemble, le rôle de la modélisation dans le processus de prise de décision du gouvernement du Québec portant sur les politiques du transport et de l'énergie est inconnu. On ne sait pas de quelle manière la modélisation du système du transport qui a cours au Québec est intégrée au processus de prise de décision, aux différents paliers de gouvernement. Tel qu'observé par les participants à l'atelier du JCCTRP, le Canada et le Québec ne disposent pas de lignes directrices qui rendent obligatoire la considération des résultats de modélisation pour concevoir ou mettre en œuvre les politiques publiques. Les retards en matière de collecte de données et l'absence d'obligation de recourir aux simulations laissent penser que la modélisation a un impact restreint sur l'élaboration et l'évaluation des politiques. Une partie importante du défi consiste à améliorer l'intégration des modèles micro et macro du secteur du transport, puisqu'une très grande part de l'autorité législative en matière de transport se situe au niveau municipal. Pour cette raison de nouvelles organisations comme l'Institut de l'électrification et des transports intelligents, créé par la Ville de Montréal en 2017, pourrait jouer un rôle important. Alors que l'attention accordée à la modélisation est actuellement en hausse au Québec, une opportunité se présente de réfléchir au rôle qu'elle devrait jouer dans l'élaboration et l'évaluation de la politique climatique québécoise.

Enfin, lorsque l'on discute du rôle de la modélisation de l'énergie et des systèmes de transport dans le processus décisionnel, il est également important de souligner l'incertitude entourant la modélisation des scénarios et les hypothèses de coûts, en particulier des technologies émergentes. Transmettre les résultats ainsi que les incertitudes aux décideurs est un défi majeur. C'est particulièrement à ce niveau que le JCCTRP espère contribuer, en aidant les décideurs et le public à comprendre ce que les modèles d'énergie et de système de transport peuvent et ne peuvent pas nous dire.

Figure 3 : Programmes administrés par Transition énergétique Québec



Source : Transition énergétique Québec.

URL : <http://www.transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/teq/Programmes-TEQ%E2%80%93Indicateurs-de-resultats-2017-10-02.pdf>

CONCLUSION

En comparaison à la Californie, un chef de file mondial en intégration des efforts de modélisation et de l'élaboration de politiques de transport et de l'énergie²¹, le JCCTRP a déterminé que le Québec pourrait grandement bonifier les pratiques actuelles. Historiquement étayé, le rôle de la modélisation dans la prise de décision concernant les politiques est appelé à s'intensifier pour réussir la transition énergétique et stabiliser le système climatique. Pour ce faire, il est toutefois indispensable d'améliorer notre compréhension des manières par lesquelles la modélisation contribue au processus de prise de décision concernant les politiques.

Alors que le Québec accorde une attention et un soutien de plus en plus importants à la modélisation, il faut souligner que les liens entre énergie, transport et efforts en matière de réduction des émissions ne font pas l'objet d'une analyse systématique. De plus, la majeure partie de la capacité de modélisation existante semble être concentrée au niveau macro, ce qui rend difficiles la prise en compte et la résolution des défis de la mise en œuvre des politiques à un niveau plus local. Nous anticipons que la mise en œuvre de solutions aux échelles régionale, municipale et locale dans le secteur du transport contribuera à la demande pour des modèles ayant des résolutions plus fines, qui sont explicites sur le plan de la spatialité

considérée et qui aident notamment à la planification des infrastructures et de l'aménagement du territoire. Il faudra également relever le défi de la mise en relation des modèles micro du secteur du transport et les modèles macro pour assurer que le Québec soit en voie d'atteindre ces objectifs de réduction des émissions.

¹ IPCC (2014) Mitigation of Climate Change: Summary for Policymakers, in Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Edenhofer O, Pichs-Madruga R, Sokona Y, Farahani E, Kadner S, Seyboth K, Adler A, Baum I, Brunner S, Eickemeier P, Kriemann B, Savolainen J, Schlömer S, von Stechow C, Zwickel T and Minx JC eds) pp 1-30, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY; IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

² Hale T (2016) "All Hands on Deck": The Paris Agreement and Nonstate Climate Action. *Global Environmental Politics*; Hale T, Held D and Young K (2013) *Gridlock: why global cooperation is failing when we need it most*, Polity; Victor D (2011) *Global Warming Gridlock*, Cambridge University Press, Cambridge.

³ Bulkeley H, Andonova L, Betsill MM, Compagnon D, Hale T, Hoffmann MJ, Newell P, Paterson M, Roger C and VanDeveer SD (2014) *Transnational climate change governance*, Cambridge University Press; Schreurs MA (2008) *From the Bottom Up: Local and Subnational Climate Change Politics*. *The Journal of Environment & Development* 17:343-355; Sabel CF and Victor DG (2017) *Governing global problems under uncertainty: making bottom-up climate policy work*. *Climatic Change* 144:15-27; Rabe BG (2007) *Beyond Kyoto: climate change policy in multilevel governance systems*. *Governance* 20(3):423-444

⁴ Bang G, Victor DG and Andresen S (2017) *California's Cap-and-Trade System: Diffusion and Lessons*. *Global Environmental Politics* 17:12-30; Houle D, Lachapelle E and Purdon M (2015) *The Comparative Politics of Sub-Federal Cap-and-trade: Implementing the Western Climate Initiative*. *Global Environmental Politics* 15:49-73; Klinsky S (2013) *Bottom-up Policy Lessons Emerging from the Western Climate Initiative's Development Challenges*. *Climate Policy* 13:143-169; Mazmanian DA, Jurewitz J and Nelson H (2008) *California's Climate Change Policy: The Case of a Subnational State Actor Tackling a Global Challenge*. *The Journal of Environment & Development* 17:401-423; Purdon M, Houle D and Lachapelle E (2014) *Mapping the Political Economy of California and Quebec's Cap-and-Trade Systems*, *Sustainable Prosperity*, Ottawa; Purdon M and Sinclair-Desgagné N (2015) *Les retombées économiques prévues du marché du carbone conjoint de Californie et du Québec*. *Notes & Analyses sur les États-Unis/on the USA* 29.

⁵ OMECC (2014) *Ontario's Climate Change Update 2014*, Ontario Ministry of the Environment and Climate Change, Toronto, page 7; Purdon M, Houle D and Lachapelle E (2014) *Mapping the Political Economy of California and Quebec's Cap-and-Trade Systems*, *Sustainable Prosperity*, Ottawa, page 10.

⁶ Let's do it for them, « Québec's Commitments : Setting a greenhouse gas emission reduction target for 2030 », <<https://www.letsdoitforthem.gouv.qc.ca/en/dossiers-speciaux/quebecs-commitmentssetting-a-greenhouse-gas-emission-reduction-target-for-2030>>, consulté le 29 janvier 2018

⁷ Gouvernement du Québec (2016) *Politique Énergétique 2030*, Gouvernement du Québec, Québec.

⁸ L'ONE a utilisé un modèle hybride, au sein d'un cadre intégré commun, pour prévoir l'offre et la demande en énergie au Canada (le modèle 2020 Energy et le modèle Infometrica). ECCC a eu recours à un cadre de modélisation appelé *Modèle énergie-émissions-économie du Canada (E3MC)*, basé sur le modèle 2020 Energy et sur des modèles internes, pour prévoir l'évolution future des émissions (Environnement Canada, 2014). RNCan a employé jusqu'à 2006 le modèle *MAPLE-C (Model to Analyze Policies Linked to Energy in Canada)*, un modèle d'optimisation conçu pour prévoir l'offre et la demande énergétiques ainsi que les émissions de GES.

⁹ Ressources Naturelles Canada, « Logiciels d'analyse de données et outils de modélisation », <<http://www.nrcan.gc.ca/energy/software-tools/7417>>, consulté le 29 janvier 2018.

-
- ¹⁰ Beaumier L, Mousseau N, Breton S-P and Purdon M (2017) Pour une initiative permanente de modélisation des systèmes énergétiques canadiens, Institut de l'énergie Trottier (IET) et Institut québécois du carbone (IQCarbone), Montréal.
- ¹¹ IET (2017), « Pour une initiative permanente de modélisation des systèmes énergétiques canadiens », Institut de l'énergie Trottier (IET), Canada, <<http://iet.polymtl.ca/publications/initiative-permanente-modelisation-systemes-energetiques-canadiens/>>
- ¹² CERI (2017) Greenhouse gas emissions reductions in Canada Through Electrification of energy services, Canadian Energy Research Institute, 2017, https://www.ceri.ca/assets/files/Study_162_Full_Report.pdf
- ¹³ Sustainable Transportation Action Research Team, voir site internet : <<https://sustainabletransport.ca/>>
- ¹⁴ Whitmore J and Pineau P-O (2017) État de l'énergie au Québec 2018, Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal, Montréal.
- ¹⁵ Vaillancourt, K., Bahn, O., Frenette, E., Sigvaldason, O., 2017. "Exploring deep decarbonization pathways to 2050 for Canada using an optimization energy model framework", Applied Energy 195, 774-785.
- ¹⁶ TEF - Trottier Energy Futures Project (2016) Canada's challenge & opportunity – Transformations for major reductions in GHG emissions. [Online] <http://iet.polymtl.ca/en/tefp>
- ¹⁷ Crainic TG, Ricciardi N, Storchi G (2009) Models for evaluating and planning city logistics systems. Transp Sci 43(4):432–454, <<https://www.cirrelt.ca/DocumentsTravail/CIRRELT-2009-11.pdf>>
- ¹⁸ Dunsky Expertise en énergie, voir site internet : <<http://dunsky.com>> ; Daméxo, voir site internet : <<http://www.dameco.ca/>>
- ¹⁹ Beaumier L, Mousseau N, Breton S-P and Purdon M (2017) Pour une initiative permanente de modélisation des systèmes énergétiques canadiens, Institut de l'énergie Trottier (IET) et Institut québécois du carbone (IQCarbone), Montréal.
- ²⁰ IET (2017), « Québec : Les politiques en transport et sur le climat – séminaire JCCTRP », Institut de l'énergie Trottier (IET), Canada, <http://iet.polymtl.ca/actualites/politiques-transport-climat-quebec-normand-mousseau-seminaire-jcctrp/?mc_cid=10bbf507ae&mc_eid=3c86fcad8e>
- ²¹ IET (2017), « Pour une initiative permanente de modélisation des systèmes énergétiques canadiens », Institut de l'énergie Trottier (IET), Canada, <<http://iet.polymtl.ca/publications/initiative-permanente-modelisation-systemes-energetiques-canadiens/>>