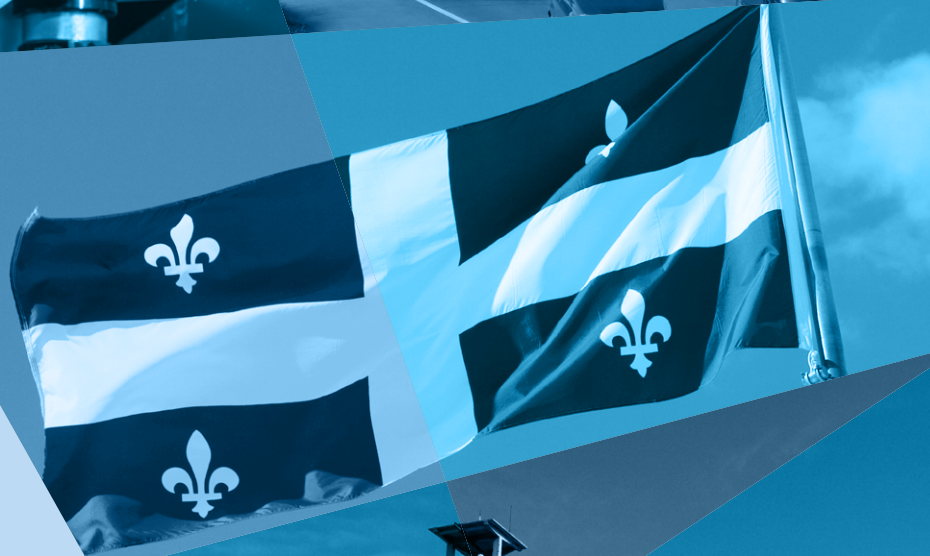




Plan pour la carboneutralité au Québec

Trajectoires 2050 et propositions d'actions à court terme

Juin 2022



Plan pour la carboneutralité au Québec – Trajectoires 2050 et propositions d’actions à court terme

Auteurs

Simon Langlois-Bertrand
Normand Mousseau

À propos de l’Institut de l’énergie Trottier (IET)

Créé en 2013, grâce à un don généreux de la Fondation familiale Trottier, l’IET a pour but d’aider à former une nouvelle génération d’ingénieurs et de scientifiques qui comprennent les enjeux énergétiques, de soutenir la recherche de solutions durables pour aider à accomplir la transition qui s’impose et de contribuer à la diffusion des connaissances et aux débats sur les questions énergétiques. Ce mandat en fait une institution unique au Canada dans le secteur de l’énergie. Basé à Polytechnique Montréal, l’IET rassemble des professeurs-chercheurs de HEC, de Polytechnique et de l’Université de Montréal. Cette diversité d’expertises permet la formation d’équipes de travail transdisciplinaires, condition essentielle à la compréhension systémique des enjeux énergétiques dans le contexte de lutte aux changements climatiques.

Institut de l’énergie Trottier
Polytechnique Montréal
2900, Boul. Édouard-Montpetit
2500, chemin de Polytechnique
Montréal (Québec) H3T 1J4
Web: iet.polymtl.ca
Twitter: @EnergieTrottier

Note aux lecteurs

Ce rapport n’engage que la responsabilité des auteurs. Toutes les précautions raisonnables ont été prises pour vérifier la fiabilité du matériel dans cette publication. Ni les auteurs, ni aucune personne agissant en leur nom ne peuvent être tenus pour responsable de l’utilisation qui découlerait de ces informations.

Référence à citer

Langlois-Bertrand, S., Mousseau, N. (2022) *Plan pour la carboneutralité au Québec – Trajectoires 2050 et propositions d’actions à court terme*, Institut de l’énergie Trottier. <https://iet.polymtl.ca/publications/plan-carboneutralite-quebec-trajectoires-2050-propositions-actions-court-terme/>

Introduction

L'Assemblée nationale du Québec a adopté une cible de réduction des GES pour la province, soit 37,5 % d'ici 2030 par rapport au niveau de 1990. Plus récemment, le gouvernement québécois s'est aussi engagé vers la carboneutralité pour 2050. Ces cibles s'inscrivent dans un contexte canadien où le gouvernement fédéral a adopté, de son côté, des cibles de 40 % à 45 % de réduction pour 2030 par rapport à 2005, et la carboneutralité également pour 2050.

Or, si le Plan pour économie verte du gouvernement du Québec, mis à jour le 28 avril 2022,¹ déploie une série d'actions qui pourraient réduire de manière notable les émissions de GES du Québec, elles demeurent largement insuffisantes, selon les évaluations même du ministère de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques, pour l'atteinte de sa cible de 2030. De plus, sous plusieurs aspects, les mesures ne permettent que des réductions progressives, et le plan ne réussit pas à induire l'ensemble des transformations en profondeur nécessaires pour pousser le Québec vers son objectif de carboneutralité pour 2050.

Bien sûr, ces cibles représentent un défi de taille pour le Québec : puisque son secteur de l'électricité est déjà décarboné à plus de 99 %, il doit s'attaquer à d'autres secteurs où les transformations sont difficiles, mais pas impossibles, loin de là. Ce document, s'appuyant sur les *Perspectives énergétiques canadiennes 2021*² ainsi que sur d'autres rapports récents³, présente un survol des principaux enjeux ainsi qu'une proposition intégrée d'orientations et d'actions à prendre pour redresser la barre vers l'atteinte des objectifs de 2030.

Dans la première partie de ce rapport, nous présentons quelques observations sur les tendances récentes des émissions de GES au Québec, puis nous revenons en détail sur les résultats pour la province selon les *Perspectives énergétiques canadiennes*. La deuxième partie fait d'abord un rappel des principaux éléments du Plan pour une économie verte déposé en 2020. Nous présentons une proposition de plan d'action qui va au-delà de ces mesures pour amener des transformations sectorielles permettant une réduction plus profonde des émissions de GES à l'horizon 2030, en plus de l'atteinte de la carboneutralité en 2050.

¹ Ministère de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques (2022). Plan pour un économie verte 2030 : Plan de mise en œuvre 2022-2027.

² Langlois-Bertrand, S., Vaillancourt, K., Beaumier, L., Pied, M., Bahn, O., Mousseau, N. (2021). *Perspectives énergétiques canadiennes*. Montréal : Institut de l'énergie Trottier.

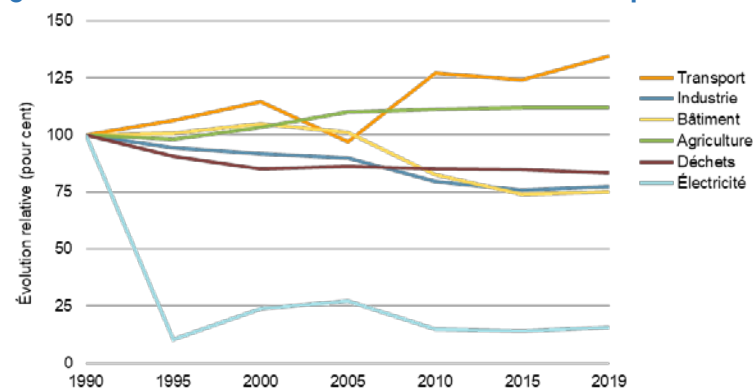
³ Langlois-Bertrand, S., Mousseau, N., Beaumier, L. (2021). *Cap sur la carboneutralité : le jalon 2030*. Montréal : Institut de l'énergie Trottier; Langlois-Bertrand, S., Mousseau, N. (2022). *Plan de réduction des émissions 2030 du Canada : La proposition de l'IET*. Montréal : Institut de l'énergie Trottier; Pedrol, F., Mousseau, N. (2022). *Décarbonation des bâtiments au Québec*. Montréal : Institut de l'énergie Trottier.

Tendances historiques

Nous renvoyons la lectrice ou le lecteur à la série de rapports *L’État de l’énergie au Québec*,⁴ produite depuis 2015 par Johanne Whitmore et Pierre-Olivier Pineau, pour les détails de la situation actuelle du secteur énergétique québécois. Quelques points sur les tendances historiques de l’évolution des émissions de GES (Figure 1) et du secteur énergétique nécessitent d’être soulignés ici, pour mieux comprendre les enjeux liés à la décarbonation profonde de l’économie Québécoise:

1. La part des hydrocarbures fossiles dans le panier énergétique québécois est en augmentation constante depuis 2004, étant passée de 42 % à 47 % de l’ensemble, à l’exclusion de la biomasse.
2. Si, depuis 1990, plusieurs secteurs économiques ont diminué leurs émissions de GES, ces réductions se sont faites généralement sur de courtes périodes, et ont été suivies de plateaux ou d’augmentations. C’est le cas, en particulier, des secteurs des transports (long plateau, puis augmentation de 30 % depuis 2005), du bâtiment (décroissance entre 2005 et 2015, puis stagnation) et de l’industrie (longue décroissance entre 1990 et 2015, mais augmentation depuis).
3. Depuis 2015, aucun secteur ne présente une tendance structurelle à la baisse de ses émissions de GES.

Figure 1 – Évolution relative des émissions de GES depuis 1990



⁴ Voir le site <https://energie.hec.ca/eeq/>

Projections tirées des Perspectives énergétiques canadiennes 2021

Cette section présente les résultats de la modélisation technico-économique selon divers scénarios de réduction. Dans un premier temps, nous présentons les transformations générales découlant de ces scénarios, puis nous décrivons les détails de l’évolution des divers secteurs économiques. Ceux-ci permettent de mieux comprendre les possibilités théoriques optimales de réduction des gaz à effet serre. Il va sans dire que les sociétés font rarement des choix optimisés de manière systématique et que ces résultats doivent servir à orienter les décisions plutôt qu’être vus comme un réel futur possible.

Perspectives énergétiques canadiennes 2021

Les *Perspectives énergétiques canadiennes* s’appuient sur un exercice de modélisation des investissements technologiques et l’évolution de la production et de la consommation énergétique au Canada selon divers scénarios d’émissions de gaz à effet de serre. Le modèle utilisé – NATEM, développé et exécuté par ESMIA Consultants – comprend une représentation exhaustive du système énergétique canadien décrit sur une base provinciale et territoriale, et incorpore une riche liste de technologies existantes comme émergentes. En plus de décrire un scénario de référence sans contrainte qui s’appuie sur différentes hypothèses, le modèle NATEM permet une optimisation des coûts à travers le système énergétique pour atteindre des cibles contraignantes données, par exemple pour réduire les gaz à effet de serre selon un échéancier précis. La force principale du modèle NATEM réside dans le détail technologique de la représentation, y compris les coûts liés aux différentes options.

Les divers résultats de scénarios tirés du modèle NATEM et obtenus par la firme ESMIA Consultants sont utilisés par de nombreuses organisations. Ainsi, la firme Dunsky s’appuie sur ce modèle pour les trajectoires qu’elle a développées pour le compte du ministère de l’Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (MELCC)⁵.

Les hypothèses utilisées dans le modèle proviennent de différentes sources crédibles, notamment la Régie de l’énergie du Canada pour

⁵ Dunsky, P., Poirier, M., Vaillancourt, K., Joly, E. (2019). *Trajectoires de réduction d’émissions de GES du Québec – Horizons 2030 et 2050 – Rapport final*, Dunsky Énergie, 124 pp.; *Trajectoires de*

réduction d’émissions de GES du Québec – Horizons 2030 et 2050 (Mise à jour 2021), Dunsky Énergie, 83 pp.

les prévisions de la demande en services énergétiques et des coûts des carburants, ou encore des publications scientifiques pour l'évolution prévue de certaines technologies en émergence. Une part importante de celles-ci ont été évaluées avec le soutien d'experts rassemblés par Ressources naturelles Canada au début 2021. Le scénario de référence, qui reproduit les projections de la Régie de l'énergie du Canada, inclut également toutes les politiques climatiques en place aux niveaux fédéral, provincial et territorial.

Les *Perspectives énergétiques canadiennes 2021* présentent trois scénarios de carboneutralité qui sont comparés au scénario de référence. Ces trois scénarios imposent la carboneutralité à l'échelle canadienne pour 2045 (CN45), 2050 (CN50) et 2060 (CN60) respectivement. Chacun contient également une cible de réduction pour 2030.

Pour chacun de ces trois scénarios, le pourcentage de réduction du Québec par rapport aux émissions actuelles est inférieur à la moyenne canadienne aux échéances 2030 et 2040, indiquant que la décarbonation de la société québécoise est plus difficile, pour des raisons économiques et techniques, que celle de l'ensemble du Canada. Parmi ces raisons, on peut noter une production d'électricité déjà décarbonée à plus de 99 %, un secteur résidentiel dont le chauffage est largement électrique, un secteur industriel utilisant déjà de manière importante des sources d'énergie à bas carbone, et un secteur des transports dont les émissions sont en croissance depuis plus de trente ans et qui est la cause de 44 % du bilan québécois. Ces particularités ne sont pas nouvelles; elles remontent à la grande électrification du début des années 1980. Les diverses cibles climatiques québécoises ont donc été adoptées en pleine connaissance de ces particularités.

La discussion ci-dessous porte avant tout sur les résultats du scénario CN45 pour le Québec, puisque ce scénario est le seul à s'approcher de la cible québécoise pour 2030 (avec 37,3 % de réduction par rapport à 1990). Les grandes lignes des résultats par secteur pour ce scénario sont décrites dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Émissions par secteur, scénario CN45

Secteur	1990	2019	2030	2030 vs 1990	2030 vs 2019	2050
	Mt éq. CO ₂			% variation		Mt éq. CO ₂
Transport	27,1	36,5	29,3	+ 8,1 %	-19,7 %	8,6
Bâtiment commercial/ inst.	4,4	5,1	2,7	-38,6 %	-47,1 %	0,1
Bâtiment résidentiel	7,1	3,4	1,3	-81,7 %	-61,8 %	0,4
Électricité	1,5	0,2	-2,0	s.o.	s.o.	-10,6
Industrie (total)	32,6	23,9	14,7	-54,9 %	-38,5 %	2,1
Industrie (énergie)	17,7	13,3	6,1	-65,5 %	-54,1 %	-3,8
Industrie (procédés)	14,8	10,6	8,6	-41,9 %	-18,9 %	5,9
Déchets	6,7	6,7	1,2	-82,1 %	-82,1 %	0,9
Agriculture (excl. énergie)	7,0	7,9	7,0	0,0 %	-11,4 %	3,9
DAC						-5,7
Total Québec	86,4	83,7	54,2	-37,3 %	-35,2 %	-0,3
Total Canada	602	730	401	-33,3 %	-45,0 %	0

Évolution globale selon les divers scénarios

Dans le scénario de référence TC30 (Figure 2), les émissions du Québec diminuent de 11 % d'ici 2030 par rapport à leur niveau de 2016, l'année de référence pour la modélisation, pour atteindre 70 Mt éq. CO₂. Sans mesures additionnelles autres qu'un prix du carbone équivalant à 170 \$/t en 2030, comme prévu par le gouvernement du Canada, les émissions ne descendent que très doucement pour atteindre 83 % de leur niveau de 2016 en 2050, grâce à l'entrée limitée de certaines technologies électriques.

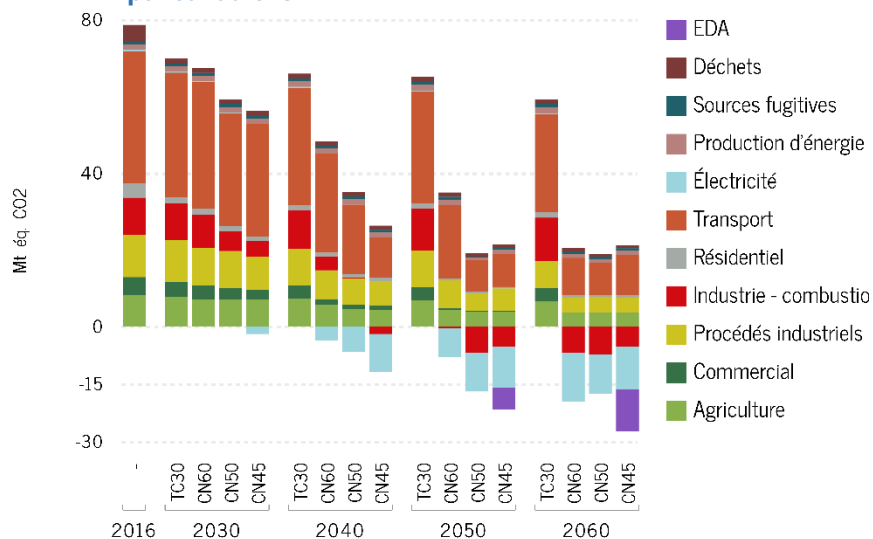
L'évolution des émissions dans les scénarios forçant la carboneutralité canadienne pour 2045 (CN45) ou 2050 (CN50) diverge ainsi très rapidement du scénario TC30.

Avec une économie plus électrifiée que celle du reste du Canada, le Québec réduit plus lentement ses émissions que le reste du pays, et seul le scénario CN45 s'approche de sa cible pour 2030, avec 37,3 %

de réduction par rapport à 1990 (tableau 1). Dans ce scénario, les principales réductions de GES sont dans les bâtiments (-43 % pour le secteur commercial et 63,8 % pour le secteur résidentiel par rapport à 2016), l’industrie (-39 % incluant les procédés), et le secteur des déchets (-72 %). Jusqu’à 2030, les autres secteurs se décarbonent plus lentement, notamment les transports (-15 %) et l’agriculture hors consommation de carburant (-15 %).

Par la suite, la décarbonation de ces secteurs s’accélère, de façon à atteindre la cible canadienne de carboneutralité pour 2045 ou 2050, selon les scénarios.

Figure 2 – Émissions du Québec selon quatre scénarios pancanadiens



La carboneutralité ne signifie pas l’élimination complète des émissions sectorielles pour le Québec. En 2050, 8,1 Mt eq. CO2 demeurent pour les transports, 4,6 Mt eq. CO2 pour les procédés industriels, et 3,9 Mt eq. CO2 pour l’agriculture, entre autres. Le modèle arrive à la carboneutralité par l’utilisation d’activités à émissions négatives dans la production d’électricité (-10,2 Mt eq. CO2) et dans la combustion industrielle (-6,7 Mt eq. CO2), en plus d’une contribution possible du captage direct dans l’atmosphère (-5,7 Mt eq. CO2 dans le scénario CN45), des technologies qui

présentent des enjeux techniques importants, mais qui sont essentielles à l’atteinte de la carboneutralité.

En effet, les émissions négatives sont obtenues par la combustion de biomasse dont le CO2 résultant de la combustion est capté puis séquestré, selon des techniques qui ne sont pas opérationnelles à grande échelle pour le moment. Le captage direct de l’air représente, lui aussi, une technologie en développement dont les coûts et l’efficacité restent à établir.

Pour assurer ces émissions négatives, les modèles montrent que l’utilisation de la biomasse par rapport à aujourd’hui doit changer considérablement dès 2030, de manière à contribuer déjà dans 8 ans à des émissions négatives par la production d’électricité et de chaleur dans l’industrie.

Les sections qui suivent explicitent les transformations liées à ces scénarios pour chaque secteur.

Transport

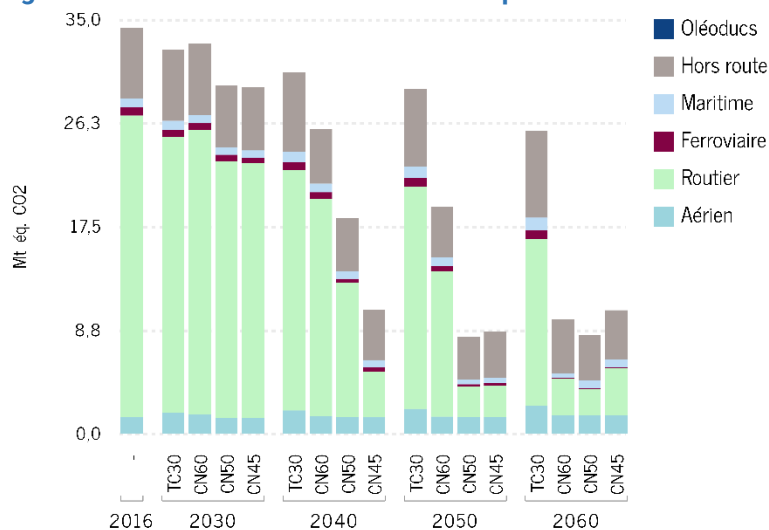
Les résultats de CN45 pour 2030 indiquent une réduction de 15 % des émissions du secteur des transports par rapport à 2016, soit une hausse de 8 % par rapport à leur niveau de 1990, étant donné leur hausse depuis 30 ans. La faible diminution projetée des émissions suggère que ce secteur n’est pas susceptible de contribuer significativement à l’atteinte de la cible de 2030, faute de solutions techniques disponibles à court terme. Par contre, le modèle indique qu’un renversement minimal de tendance dans les émissions des transports est essentiel à très court terme afin que, pour 2050, le secteur atteigne 70 % de réduction par rapport à 1990. Cette réduction est inférieure à celle de la plupart des autres secteurs en pourcentage, et le secteur des transports demeure la principale source d’émissions restantes au Québec en 2050 (Figure 2).

Jusqu’à 2030, tous les sous-secteurs des transports présentent sensiblement les mêmes niveaux d’émissions qu’aujourd’hui, sauf pour les véhicules légers, qui voient celles-ci diminuer de 64 % par rapport à aujourd’hui par le remplacement des voitures à essence par des véhicules électriques. Il est important de noter que le stock de voitures reste à peu près constant sur la période, alors que la majeure

partie de la demande additionnelle pour le transport individuel provient des camions légers. Pour ces derniers, l’électrification n’arrive pas à compenser la croissance du nombre total de véhicules, et ce segment présente une augmentation des émissions d’ici 2030.

Dans le transport routier de marchandises, la transformation est également lente. Les camions légers de marchandises évoluent de façon similaire aux camions pour passagers, avec une croissance importante qui dépasse le rythme d’électrification à l’horizon 2030. Les autres camions voient une croissance de la demande plus restreinte, mais sont aussi plus difficiles à électrifier.

Figure 3 – Émissions du secteur des transports



Les divers sous-secteurs du transport présentent ainsi une contribution divergente en 2050, laquelle reflète la faiblesse des solutions technologiques qu’on peut projeter aujourd’hui (Figure 3). Dans le scénario CN50, les 8,2 Mt. éq. CO₂ restantes pour les transports proviennent ainsi largement des camions légers (1,2 Mt. éq. CO₂), des camions lourds (0,7 Mt. éq. CO₂), mais aussi du transport aérien (1,4 Mt. éq. CO₂) et hors route (3,6 Mt. éq. CO₂). Cette dernière catégorie inclut principalement les véhicules utilisés sur site par l’industrie et l’agriculture.

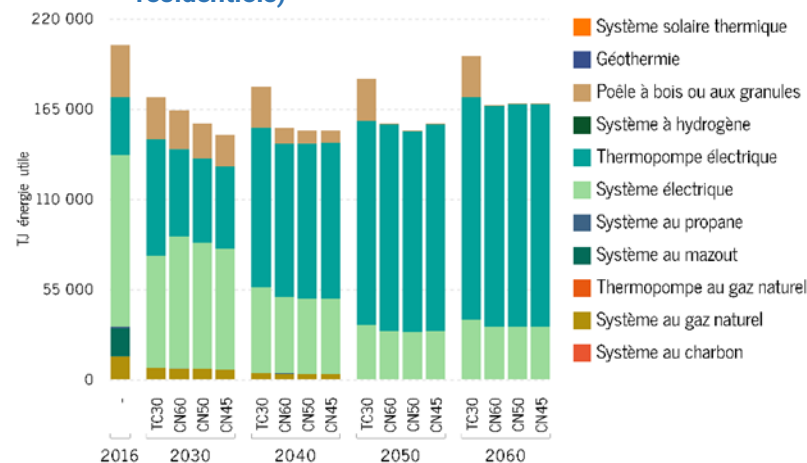
Bâtiment

Dans la modélisation, qui ne prend pas en compte les récentes annonces d’Hydro-Québec visant à maintenir une part importante du gaz naturel dans le chauffage, le secteur du bâtiment se transforme beaucoup plus rapidement que celui des transports.

Pour atteindre les objectifs de 2030 (CN45), la modélisation impose une réduction de 82 % des émissions du secteur résidentiel par rapport à 1990, ce qui équivaut à une réduction de 64 % par rapport à 2016, puisque ce secteur a longtemps réduit ses émissions.

Pour le secteur commercial, l’atteinte des objectifs climatiques impose un renversement de tendance : puisque les émissions ont augmenté depuis 1990, la baisse projetée de 43 % par rapport à 2016 ne représente que 39 % par rapport à 1990 pour 2030.

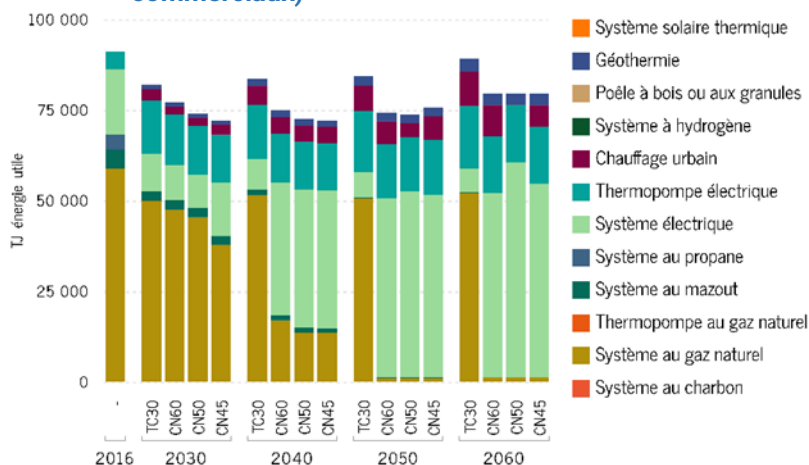
Figure 4 – Technologies de chauffage de l’espace (bâtiments résidentiels)



Dans le secteur résidentiel, la transformation à court terme passe par une réduction importante du gaz naturel et des poêles à bois ou granules pour le chauffage de l’espace, mais également des systèmes à plinthes électriques. Inversement, les thermopompes électriques augmentent de façon importante, ce qui mène, couplé à différentes mesures de conservation et d’isolation, à une réduction de la demande totale en électricité (Figure 4). Dans les bâtiments

commerciaux, l’atteinte des objectifs de 2030 implique moins de gaz naturel, de mazout et de plinthes électriques, mais plus de thermopompes électriques et d’améliorations de l’isolation. Les réseaux de chaleur apparaissent également comme une solution technologique compétitive pour le secteur commercial, contrairement au secteur résidentiel. L’ensemble permet de réduire la demande totale en énergie pour ce secteur à l’horizon 2030 (Figure 5).

Figure 5 – Technologies de chauffage de l’espace (bâtiments commerciaux)

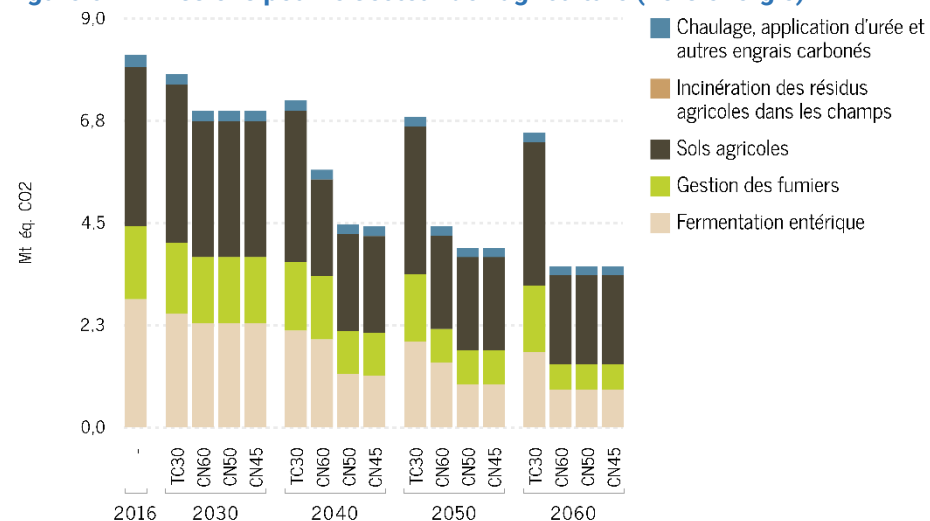


Après ces gains initiaux en efficacité – grâce à l’isolation – et en productivité – grâce aux thermopompes –, la demande énergétique, principalement électrique, croît à nouveau entre 2030 et 2050 (13 % dans CN50). La décarbonation se poursuit principalement grâce à des thermopompes électriques permettant une élimination quasi complète du gaz naturel dans les bâtiments commerciaux et institutionnels, et du gaz naturel et des poêles à bois dans le secteur résidentiel. Les émissions restantes sont ainsi de 0,1 Mt éq. CO₂ et 0,5 Mt éq. CO₂ en 2050 pour les bâtiments commerciaux et résidentiels, respectivement.

Agriculture

Les émissions du secteur de l’agriculture proviennent à la fois de la consommation de carburant pour la machinerie et de sources dites non énergétiques, qui sont le résultat du reste des activités du secteur, comme la fermentation entérique, l’incinération des résidus agricoles dans les champs, ou encore la gestion des sols agricoles. Dans la première catégorie, le scénario CN45 montre une augmentation de l’électricité utilisée par le secteur, en remplacement des produits pétroliers et du gaz naturel, avant 2030. Cette transformation se poursuit jusqu’en 2050, décarbonant cette partie du secteur tout en augmentant son efficacité énergétique.

Figure 6 – Émissions pour le secteur de l’agriculture (hors énergie)



En dehors de cette consommation d’énergie, la seconde catégorie d’émissions du secteur est plus complexe à diminuer ou éviter. Les résultats du scénario CN45 montrent pour 2030 un niveau similaire à celui de 1990 (7 Mt éq. CO₂), ce qui représente tout de même une diminution de 15 % par rapport à leur niveau de 2016 (Figure 6). Ce sont principalement les émissions produites par la fermentation entérique qui diminuent sur cette période, ce qui suggérerait une diminution de l’élevage de bétail ou l’utilisation de différentes diètes pour ces animaux. Le scénario CN50 atteint, dans son cas, 44 % de réduction par rapport à 1990 en 2050. Bien que les émissions liées

au bétail jouent un rôle important sur toute la période dans ces réductions, une meilleure gestion des fumiers et des sols agricoles est importante entre 2030 et 2050 pour y contribuer.

Industrie

L’atteinte des objectifs de 2030 (CN45) impose, dans la modélisation, que l’industrie réduise ses émissions de 39 %, tant du côté de la combustion (-59 %) que des procédés (-22 %). L’utilisation du captage et de la séquestration du carbone dans certains sous-secteurs industriels contribue à cette réduction même avant 2030 (5 Mt éq. CO₂), principalement dans la production de ciment. Dans une moindre mesure, les pâtes et papiers utilisent également cette technologie, mais moins d’installations peuvent en être équipées.

Malgré ces possibilités, l’atteinte de ce niveau de réduction pour 2030 passe aussi par un ralentissement dans la croissance de la production par rapport au scénario de référence, puisque les changements possibles aux procédés et les transformations des chaudières (par l’électrification ou la biomasse) sont plus coûteux à court terme.

La transformation du secteur se poursuit de façon importante après 2030, permettant d’atteindre des émissions nettes négatives dans l’ensemble du secteur. Cela est dû à la combustion industrielle, qui s’électrifie mais utilise également la biomasse avec captage des émissions pour fournir 6,7 Mt éq. CO₂ d’émissions négatives, alors que les procédés industriels, plus difficiles à décarboner, produisent 4,6 Mt éq. CO₂ d’émissions restantes en 2050. La contribution totale de l’industrie en 2050 est ainsi de -2,1 Mt éq. CO₂ au bilan du Québec dans le scénario CN50.

Biomasse et déchets

La majeure partie de la décarbonation du secteur des déchets s’opère avant 2030 dans tous les scénarios, avec des émissions inférieures de 82 % à leur niveau de 1990. La quasi-totalité de cette réduction vient d’une réduction des émissions associées à l’évacuation des déchets solides, soit par le captage du biogaz aux sites d’enfouissement pour ensuite en faire du biométhane ou de l’électricité, soit par la déviation de la matière organique des sites

d’enfouissement pour faire du biométhane directement dans des biodigesteurs. Ces technologies sont très peu coûteuses, bien maîtrisées, et ne demandent qu’à être déployées.

Cette transformation mène à une utilisation accrue du biométhane, qui atteint des proportions semblables à l’éthanol de première génération en 2030, alors qu’on n’en utilise presque pas aujourd’hui. Elle participe ainsi à l’augmentation générale de la consommation finale de bioénergie, qui résulte également d’un bond de l’éthanol cellulosique et du biodiesel.

Cette évolution se fait en parallèle avec celle des sources de biomasse. De façon générale, le scénario CN45 voit un bond de 58 %, entre 2016 et 2030, des matières premières utilisées, principalement par une augmentation de l’utilisation des résidus forestiers et, dans une moindre mesure, des résidus de culture (en plus du biogaz mentionné ci-dessus).

L’augmentation importante du rôle de la bioénergie ne doit donc pas dissimuler ces transformations. Le scénario CN45 montre également, dès les prochaines années, une diminution de l’utilisation de bioénergie pour le chauffage de l’espace, alors que l’utilisation industrielle et dans la production de biométhane et de biocarburants augmente rapidement. De plus, ce scénario montre une forte augmentation de la biomasse utilisée pour la production d’électricité, de façon à fournir des émissions négatives.

Électricité

Contrairement à ce que l’on observe dans la majorité des autres provinces canadiennes, la production d’électricité au Québec est décarbonée à plus de 99 %. Ce secteur se transforme donc principalement par l’ajout de capacité de production à faible émission de carbone pour répondre à l’électrification massive de l’économie québécoise, nécessaire pour l’atteinte des objectifs climatiques.

La modélisation pose comme hypothèse la persistance du tissu manufacturier et industriel actuel, et son évolution parallèle à la croissance économique du Canada. Dans ce contexte, et avec la capacité de faire des gains importants en productivité énergétique,

l’accroissement général de la demande en électricité est limité avant 2030 (5 % dans CN45), et la capacité de production actuelle est suffisante. Par la suite, toutefois, les résultats montrent une augmentation très rapide des besoins, alors que l’électrification de l’économie dépasse de beaucoup ce qui est compensé par l’efficacité et la productivité énergétiques. Ainsi, la demande en électricité croît de 52 % entre 2030 et 2050, de façon presque linéaire, dans le scénario CN50. Cette hausse est accompagnée d’importations d’électricité beaucoup plus importantes (croissance de 240 % entre 2030 et 2050), ainsi que d’exportations moindres (réduction de 15 TWh entre 2030 et 2050), permettant d’amenuiser la pression pour ajouter de la capacité de production. Au total, le profil commercial change complètement sur cette période, passant de 7 TWh d’exportations nettes en 2030 à 25 TWh d’importations nettes en 2050.

La croissance de la consommation d’électricité est le résultat de l’électrification de tous les secteurs. Entre 2030 et 2050, la consommation d’électricité augmente ainsi de 31 TWh dans le secteur des transports et de 25 TWh dans les bâtiments.

Notons que puisque la production d’hydrogène vert à partir de l’électricité est coûteuse et peu compétitive avec le coût actuel et projeté des technologies existantes, celui-ci n’apparaît pas de manière significative dans les résultats du modèle.

Une transformation en profondeur

Si les scénarios CN45 et CN50 montrent qu’il est techniquement possible d’atteindre les objectifs climatiques fixés par Québec (37,5 % d’ici 2030 et carboneutralité en 2050), l’analyse des transformations sectorielles nécessaires pour y parvenir fait ressortir l’ampleur de la tâche.

En particulier, la modélisation montre que l’utilisation de l’énergie doit être revue en profondeur à travers l’économie québécoise, ce qui impose des changements structuraux majeurs dans chaque secteur, et, encore plus important, que les ajustements à la marge ne peuvent tout simplement pas livrer le type de réduction attendu, comme on peut le voir dans les deux prochaines sections de ce rapport.

Plan pour une économie verte : promesses et attentes

Le Plan pour une économie verte (PEV), publié par le gouvernement du Québec en 2020 et mis à jour à la fin avril 2022, présente une série de mesures et d’intentions pour réduire les émissions de GES du territoire québécois. L’ensemble des éléments contenus dans le plan pourrait, selon le gouvernement, permettre d’atteindre 51 % de la cible de 2030 (c.-à-d. une réduction de 20 % par rapport à 1990 et de 17 % par rapport à 2019, alors que la cible exige 35,5 % par rapport aux émissions de 2019).

Dans un premier temps, ce plan se démarque par son ampleur et sa précision, pour plusieurs secteurs à tout le moins. Il se démarque également par un réalisme assumé quant aux résultats qu’il peut livrer. En effet, le plan reconnaît ouvertement qu’il part ainsi déjà avec un manque à gagner important, même dans le cas où les mesures qu’il contient réalisent leur plein potentiel.

Avant de proposer des mesures pour améliorer l’approche actuelle, nous résumons les principales mesures sectorielles contenues dans le PEV. Notons que les détails sur les réductions sectorielles attendues et leur lien avec les mesures annoncées ne sont pas toujours donnés, ce qui rend plus difficile une comparaison directe avec nos évaluations.

Le thème général du PEV est l’électrification de l’économie. Pour le secteur des transports, cette approche domine effectivement le plan, qui annonce une cible de 1,6 million de véhicules légers sur les routes en 2030, avec un financement de bonus à l’achat; le rehaussement éventuel de la norme VZE et son élargissement aux véhicules lourds; des cibles pour le pourcentage d’autobus électriques urbains et scolaires pour 2030; des subventions additionnelles en appui à l’électrification, l’efficacité et la conversion vers les carburants moins émetteurs de GES; et des « projets structurants de transport collectif électrique ». Aucun détail n’est donné toutefois sur ces derniers projets, ni sur l’implantation de la norme pour les véhicules commerciaux. Les mesures incluent également un rehaussement de la norme des carburants renouvelables (15 % dans l’essence et 10 % dans le diesel pour 2030).

Pour les bâtiments, le plan mise d’abord sur les programmes actuels, tels que Chauffez vert et ÉcoPerformance et l’association des deux principaux distributeurs d’énergie au Québec, Énergir et Hydro-Québec, ce qui devrait permettre une meilleure gestion de la pointe et l’atteinte d’une diminution des émissions de GES des bâtiments de 50 % pour 2030 par rapport à 1990, ce qui correspond à une réduction de 32 % seulement par rapport aux émissions de 2019. Le PEV mentionne aussi la possibilité d’accroître l’utilisation de gaz naturel renouvelable, et la possibilité éventuelle d’injecter également de l’hydrogène dans le réseau, sans toutefois en préciser le potentiel. Le plan prévoit aussi de miser sur l’efficacité énergétique et sur une

meilleure gestion de la pointe, bien que peu d’information soit donnée au-delà de la biénergie.

Dans le cas de l’industrie, on y souligne l’importance de soutenir l’innovation pour les procédés industriels, comme c’est le cas pour l’aluminium, et de développer des approches sectorielles en ce sens. L’importance de l’électrification est aussi mise de l’avant, avec l’intention de tenir compte des spécificités de chaque secteur. Le plan annonce également l’intention de miser sur d’autres sources d’énergie lorsque l’électrification n’est pas possible, y compris sur des carburants fossiles lorsque nécessaire.

En agriculture, le plan mentionne des « interventions renforcées à l’égard des pratiques d’optimisation azotée », des actions visant le maintien et l’amélioration du carbone dans le sol, et l’élargissement de l’usage des pratiques et des technologies de réduction du méthane dans les élevages, par exemple en adaptant l’alimentation des ruminants. Si les mentions du plan au sujet des forêts sont assez courtes, on retient l’objectif « d’optimiser la gestion forestière en tenant compte à la fois des bénéfices des arbres en forêt et de ceux qui découlent de leur transformation en produits et en énergie ».

L’approche pour le secteur des déchets mise principalement sur la valorisation des déchets organiques, soit par leur contribution à l’enrichissement des sols et à leur culture, soit par la création de gaz naturel renouvelable. Cependant, aucune information n’est donnée sur l’équilibre désiré entre ces deux usages.

Malgré son rôle central, la place de l’électricité dans le PEV est très courte et fortement axée sur le plan stratégique 2020-2024 d’Hydro-Québec, dont plusieurs éléments sont désuets depuis la publication du Plan stratégique 2022-2026 du distributeur québécois. Le PEV parle entre autres de la valorisation accrue des exportations d’électricité, alors que le dernier Plan stratégique d’Hydro-Québec a indiqué un changement de cap important sur cette question.

Après avoir éliminé deux éléments centraux de la précédente politique climatique – la société d’État Transition Énergétique Québec, chargée de mener la transition énergétique, et le Conseil de gestion du Fonds vert, qui avait rapidement établi des critères solides de reddition de comptes –, le gouvernement du Québec annonce avec le PEV une nouvelle gouvernance caractérisée par :

1. Une loi qui prévoit que la cible de réduction des émissions de GES pour 2030 ne peut être inférieure à 37,5 %;
2. La vérification du Fonds d’électrification et de changements climatiques sur une base annuelle par le Vérificateur général;
3. Des indicateurs de transition simples, efficaces et publics.

Malgré la clarté de la loi, le ministre de l’Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques a affirmé au printemps 2021 qu’il n’était pas possible pour le Québec d’atteindre ses objectifs à l’horizon 2030. De même, les indicateurs simples qui permettraient aux citoyens de suivre l’évolution de la transition n’ont pas encore été publiés, et une analyse de la Chaire de gestion en énergie de HEC Montréal montre plutôt que les dépenses du Fonds d’électrification et de changements climatiques sont très loin de livrer les réductions promises⁶.

Si l’approche étagée déployée par le PEV, qui est bien en avance de ce que l’on retrouve dans la plupart des autres provinces canadiennes, serait parfaite dans un contexte de réduction lente et progressive des émissions, celle-ci est incompatible avec les objectifs maintenus par la loi et l’ambition d’atteindre la carboneutralité d’ici 2050. Nos modélisations et plusieurs autres analyses montrent que le succès exige des mesures ciblées et cohérentes d’une plus grande ampleur et qui livrent des transformations compatibles avec la carboneutralité, et non simplement des réductions partielles, même lorsque celles-ci sont significatives.

⁶ Whitmore, J., Pineau, P.-O., Harvey, J. (2022). Bilan du Plan d’action 2013-2020 sur les changements climatiques et perspectives sur le Plan pour une économie verte 2030. Montréal : Chaire de gestion du secteur de l’énergie.

Propositions de l’IET : Comblar les lacunes pour avancer vers les cibles climatiques

L’atteinte des cibles légales d’émissions de GES pour 2030, adoptées à l’unanimité par l’Assemblée nationale en 2016, exige une réduction de plus de 35 % par rapport aux derniers chiffres disponibles (2019). Or, bien que les premiers chiffres d’émissions pour 2020 présentent une réduction notable, il ne faut pas se leurrer : cette réduction est circonstancielle et n’est pas due à des transformations structurelles qui permettraient de pérenniser la tendance. Au contraire, les données parcellaires dont on dispose suggèrent un rebond presque total en 2021. Malgré les promesses, il faut donc conclure que les émissions du Québec n’ont pas diminué de manière significative entre 2016 et 2021; au contraire, elles ont très probablement augmenté.

Le défi, pour l’atteinte des objectifs du Québec, ne cesse donc de grandir, année après année. Il est amplifié par la multiplication de mesures nécessaires, mais insuffisantes, telles que celles proposées par le Plan pour une économie verte (PEV). Alors que les exemples à l’étranger montrent qu’il faut identifier le plus tôt possible l’ensemble des transformations à réaliser pour faciliter les investissements et les transformations, le PEV ajoute des mesures à la pièce qui, ensemble, permettraient d’atteindre au mieux la moitié de l’objectif légal pour 2030. Sans compter que plusieurs de celles-ci maintiennent les hydrocarbures fossiles en place, ce qui ne permet pas de faire la transition vers la carboneutralité à l’horizon 2050.

Le PEV offre donc, dans sa forme, une caution morale aux acteurs économiques qui choisissent de poursuivre les ajustements à la marge, plutôt que d’apporter les transformations structurelles nécessaires à l’atteinte des objectifs climatiques.

Devant ce manque d’ambition défendu à la fois par le gouvernement du Québec, les sociétés d’État – telles qu’Hydro-Québec et la Caisse de dépôt et placement –, de trop nombreuses municipalités et une grande partie du secteur privé, il est évident que la trajectoire optimale qui permettrait au Québec d’atteindre ses cibles d’émissions de GES pour 2030 est irréalisable.

L’urgence, au Québec, réside alors, dans un premier temps, dans la réorientation des efforts afin d’amplifier – dans certains cas – ou de commencer – dans d’autres – les transformations qui vont assurer une décroissance structurelle rapide et efficace orientée vers les objectifs de carboneutralité.

Les prochaines pages proposent des actions à entreprendre dès maintenant pour changer la dynamique d’échec acceptée et défendue par trop d’acteurs au Québec.

Tableau 2 – Évolution des émissions de GES avec les mesures proposées par l’IET

Secteur	1990	2019	2030 (CN45)	Propositions de l’IET (2030)	
	Mt éq. CO ₂				% variation (p/r 2019)
Transport	27,1	36,5	29,3	31,9	-12 à -18 %
Bâtiment commercial/ inst.	4,4	5,1	2,7	3,1	-40 %
Bâtiment résidentiel	7,1	3,4	1,3	2	-60 %
Électricité	1,5	0,2	-2,0	-0,5	s.o.
Industrie (total)	32,6	23,9	14,7	14,6	-30 à 40 %
Déchets	6,7	6,7	1,2	0,7	-90 %
Agriculture (excl. énergie)	7,0	7,9	7,0	6,7	-15 à 20 %
Total Québec	86,4	83,7	54,2	58,5	-30 à -36 % (p/r 1990)

Choisir des trajectoires de *carboneutralité*

Il peut être tentant de choisir des approches qui permettent de réduire rapidement les émissions de GES, en soutenant l’efficacité énergétique ou la biénergie, par exemple. De telles approches ne sont acceptables, avec les échéanciers serrés imposés par les objectifs climatiques, que si elles facilitent la décarbonation complète du système d’intérêt. Au contraire, toute approche qui réduit les coûts de l’utilisation des hydrocarbures fossiles ou qui exige des investissements dans des infrastructures dépendantes des combustibles fossiles solidifie la place de ceux-ci et contribue à augmenter les barrières au changement.

Les mesures de soutien à l’efficacité énergétique, par des changements de comportement ou des technologies, doivent donc être conçues de manière à réduire les barrières et à accélérer le passage à la décarbonation complète

1. Transport

Résultats à atteindre

D’ici 2030

- Plateau pour le nombre de véhicules sur les routes au Québec.
- Maintien de la cible de 1,6 million de véhicules de promenade zéro émission immatriculés au Québec.
- Diminution significative de la taille moyenne des nouveaux véhicules.
- Construction des premières infrastructures zéro émission pour le transport lourd.

Bien que le secteur des transports représente la plus importante source d’émissions pour le Québec, une source qui ne cesse de croître depuis 15 ans, sa contribution potentielle à l’objectif de réduction pour 2030 est très limitée, et ce pour plusieurs raisons :

1. Le taux de renouvellement des véhicules est lent : les véhicules personnels restant sur les routes plus d’une dizaine d’années;
2. La taille des véhicules croît continuellement et le nombre de véhicules sur les routes augmente deux fois plus vite que la population du Québec; il faudrait vendre 100 000 véhicules électriques par année (cinq fois les ventes de 2021!) simplement pour empêcher la croissance du nombre de véhicules à essence ou diesel;
3. L’offre de véhicules zéro émission est limitée en diversité; il existe peu ou pas d’options pour plusieurs secteurs, tels que le transport lourd. Or, même avec 33 % de véhicules personnels électrifiés en 2030, les émissions des transports ne seraient réduites que de 15 % environ, loin de la cible globale de 37,5 %.

Les principaux objectifs pour ce secteur devraient donc être : (i) de renverser la tendance à l’augmentation de la taille et du parc de véhicules, et à l’utilisation de la voiture; (ii) d’accélérer la disparition des moteurs à combustion dans les véhicules de promenade; et (iii) de déployer les stratégies et la réglementation nécessaires à la décarbonation de l’ensemble du secteur.

Mesures proposées

- 1.1. *Mobilité durable*
 - 1.1.1. Déployer la politique de mobilité durable 2030 du gouvernement du Québec, largement ignorée depuis son adoption;
 - 1.1.2. Introduire un malus-bonus visant à accélérer l’adoption des véhicules électriques et à décourager l’achat de véhicules fortement émetteurs;
 - 1.1.3. Accélérer l’élimination des barrières réglementaires au déploiement des véhicules électriques (installation de bornes dans les immeubles multilogements, etc.).
- 1.2. *Transport des individus*
 - 1.2.1. Améliorer les incitatifs pour les modes de transport autres que l’auto solo;
 - 1.2.2. Imposer 100 % de véhicules à zéro émission pour les véhicules personnels corporatifs d’ici 2030.
- 1.3. *Transport commercial et des marchandises*
 - 1.3.1. Adopter d’ici 2025 un échéancier pour la décarbonation du secteur (hors transport lourd) incluant des contraintes sectorielles;
 - 1.3.2. Poursuivre l’électrification accélérée du transport en commun.
- 1.4. *Transport lourd*
 - 1.4.1. Développer d’ici 2025, en collaboration avec les provinces et les États voisins, un plan concret pour la décarbonation du secteur : technologies et infrastructures nécessaires ; solutions multimodales;
 - 1.4.2. Planifier les investissements nécessaires (pré et post 2030)
- 1.5. *Autres*
 - 1.5.1. Développer d’ici 2025 un plan de décarbonation précis pour le transport hors route.

Émissions de gaz à effet de serre

En 2019

44 % des émissions de GES

D’ici 2030

En tenant compte d’une norme sur les carburants propres appliquée des moteurs à combustion, et d’un taux de 27 % de véhicules personnels zéro émission (100 % des véhicules d’affaires), les mesures mentionnées ci-haut pourraient permettre de **réduire de 12 à 18 % les émissions** du secteur par rapport à 2019.

2. Bâtiments

Résultats à atteindre

D’ici 2025

- Élaborer et adopter un code de gestion de la demande de pointe pour tous les immeubles.
- Adopter un code du bâtiment pour de nouveaux bâtiments qui soient hautement efficaces et respectent les normes de consommation énergétique nette zéro.
- Élaborer un plan de transformation du secteur du bâtiment pour après 2030, avec un échéancier très court vers zéro émission entre 2035 et 2040.

D’ici 2030

- Réduire de 60 % les émissions de GES pour les bâtiments résidentiels, de 40 % pour les bâtiments commerciaux et de 85% bâtiments gouvernementaux et institutionnels (par rapport aux niveaux de 2019), avec des approches compatibles avec la carboneutralité.

Étant donné la lenteur de la transformation du secteur des transports, des secteurs comme celui du bâtiment doivent fournir une réduction bien supérieure à 37,5 % pour compenser. La bonne nouvelle est que les méthodes et technologies à utiliser pour la décarbonation de ce secteur sont bien connues et font consensus dans les modélisations de scénarios menant à la carboneutralité : cette décarbonation sera ainsi dominée par l’électricité, accompagnée d’une amélioration significative de la productivité et de l’efficacité énergétique des bâtiments. Si les coûts des principales technologies à utiliser, comme les thermopompes, sont relativement faibles, l’ampleur de la transformation reste un défi. En effet, plusieurs centaines de milliers de bâtiments, commerciaux comme résidentiels, sont à équiper de systèmes de chauffage et de climatisation électriques plus efficaces, et une majorité du parc immobilier de la province pourrait bénéficier de rénovations majeures pour combler les lacunes en isolation thermique.

Mesures proposées⁷

- 2.1. À compter du 1er janvier 2023, interdire les options énergétiques fossiles pour le chauffage des bâtiments neufs et pour les bâtiments existants changeant de source énergétique (incluant la biénergie) ou nécessitant une expansion des réseaux de distribution de gaz; cette mesure implique le rejet de l’entente Hydro-Québec–Énergir qui vise à maintenir un rôle essentiel pour le gaz naturel dans le secteur du bâtiment.
- 2.2. D’ici 2025, établir un calendrier pour arriver à l’élimination progressive de ces sources énergétiques dans les bâtiments existants à plus long terme.
- 2.3. Imposer une gestion carboneutre de la demande de pointe hivernale pour les bâtiments commerciaux et multilogements neufs ou rénovés afin de réduire l’impact sur la demande en électricité.
- 2.4. Augmenter les incitatifs pour l’installation de thermopompes, l’adoption de solutions de gestion de la demande de pointe et les rénovations menant à des gains en efficacité énergétique.

Émissions de gaz à effet de serre

En 2019

10 % des émissions de GES

D’ici 2030

En plus de stopper la croissance des émissions du secteur, les mesures ci-dessus devraient permettre de **réduire d’environ 50 % les émissions** totales de celui-ci par rapport à 2019.

⁷ La Ville de Montréal a annoncé, le 3 mai 2022, sa feuille de route [Vers des bâtiments montréalais zéro émission dès 2040](#), qui prévoit, entre autres, que tous les nouveaux bâtiments soient zéro

émission dès 2024 (moins de 2000 m²) ou 2025 (2000 m² et plus). Elle prévoit aussi que l’ensemble des bâtiments soient zéro émission d’ici 2040.

3. Agriculture

Résultats à atteindre

D’ici 2025

- Avoir mis au point une feuille de route visant la décarbonation des émissions énergétiques du secteur incluant la production de chaleur et la motorisation, y compris pour après 2030.
- Avoir mis au point une feuille de route visant la décarbonation des émissions non énergétiques du secteur, y compris pour après 2030.

D’ici 2030

- Déployer des mesures d’accompagnement pour les acteurs du secteur.
- Transformer les subventions à l’utilisation des combustibles fossiles en subventions soutenant la décarbonation du secteur.
- Avoir obtenu 30 % de réduction pour les émissions liées à la combustion d’énergie.
- Avoir réduit d’au moins 15 % les émissions non énergétiques.

Comme pour l’industrie, les émissions du secteur de l’agriculture se distinguent entre celles liées à la consommation d’énergie et les autres⁸. Comme le secteur n’a pas de feuille de route précise dans les deux cas, il est urgent d’en développer une pour préciser les façons les plus efficaces d’amorcer les transformations nécessaires.

Mesures proposées

- 3.1. Planifier les investissements nécessaires à la décarbonation des activités liées à la combustion d’énergie.
- 3.2. Pour les émissions non énergétiques, recenser le potentiel de réduction pour chaque source concernée.

Émissions de gaz à effet de serre

En 2019

10 % des émissions de GES

D’ici 2030

L’atteinte des réductions proposées permettrait de **réduire de 15 à 20 % les émissions du secteur.**

⁸ Dans l’inventaire canadien des GES, structuré selon les catégories de la CCNUCC, les émissions classifiées sous « agriculture » représentent cette deuxième catégorie. Les

émissions de l’agriculture liées à la consommation d’énergie sont comptabilisées séparément, soit dans le transport hors route et dans l’industrie.

4. Industrie

Résultats à atteindre

D’ici 2025

- Adopter un code thermique zéro émission pour les applications industrielles à chaleur faible ou moyenne.
- Développer une stratégie de décarbonation du secteur avec des horizons de réduction définis pour 2030, 2035 et 2040.
- Établir une feuille de route visant expressément la décarbonation de tous les grands procédés industriels avec des horizons de réduction définis.

D’ici 2030

- Avoir mis en opération des installations pleine taille pour des activités à émissions négatives fournissant -0,5 Mt éq. CO₂.
- Avoir réduit les émissions de 25 % à 30 % pour la chaleur (particulièrement faible et moyenne) et de 50 % à 55 % pour les procédés (incluant l’élimination complète des anodes de carbone pour la production d’aluminium)

Les mesures à adopter pour le secteur industriel varient selon que les émissions proviennent des procédés ou de la combustion. Pour ces dernières, les besoins en chaleur varient énormément selon l’industrie, tant en quantité qu’en matière de taux d’apport de chaleur. Les mesures visant le secteur dans son ensemble, et qui peuvent inclure l’utilisation de captage et de séquestration, doivent ainsi se décliner selon les caractéristiques particulières de la source d’émission visée.

Mesures proposées

4.1. Production de chaleur

- 4.1.1. Concevoir et mettre en œuvre des programmes de montage et fabrication de pompes à chaleur industrielles;
- 4.1.2. Évaluer le potentiel de valorisation de la chaleur fatale dans l’industrie lourde et les différentes possibilités pour son utilisation (réseaux de chaleur, réutilisation dans les pôles industriels locaux, etc.);
- 4.1.3. Planifier les investissements nécessaires pour des activités à émissions négatives.

4.2. Procédés industriels

- 4.2.1. Développer des feuilles de route pour soutenir les transformations technologiques dans les procédés industriels clés, qui définissent des trajectoires précises et claires et sont assorties d’un programme de subventions à l’efficacité;
- 4.2.2. Recenser les procédés industriels pour lesquels le recours aux solutions de captage et de séquestration du carbone est incontournable et planifier la mise en œuvre de ces solutions.

Émissions de gaz à effet de serre

En 2019

29 % des émissions de GES

D’ici 2030

Ces mesures permettraient de réduire d’environ 25 à 30 % les émissions liées à la production de chaleur. Si on ajoute les émissions négatives et les réductions dans les procédés, ce secteur pourrait **réduire l’ensemble de ses émissions de 30 % à 40 %** par rapport à 2019

5. Biomasse et déchets

Résultats à atteindre

D’ici 2025

- Mettre en place le plan de gestion et d’allocation des ressources de biomasse.
- Adopter une feuille de route pour établir des cibles de valorisation des déchets.

D’ici 2030

- Une réduction de 90 % des émissions pour le secteur des déchets

Le secteur des déchets ne représente que 8 % des émissions du Québec. Toutefois, c’est un secteur où il est possible de réduire les émissions très rapidement et de façon substantielle. En particulier, une meilleure gestion des émissions liées aux déchets organiques est essentielle, tant en ce qui a trait aux sites d’enfouissement qu’aux résidus agricoles.

La contribution de la biomasse à la transition vers une économie faible en carbone est, quant à elle, essentielle. Au-delà d’une augmentation de la production de bioénergie, la gestion des ressources en biomasse est primordiale, puisque celles-ci offrent le principal moyen d’obtenir des émissions négatives en quantité suffisante pour assurer la carboneutralité à long terme. Il convient donc impérativement de mieux gérer cette ressource et d’estimer correctement son potentiel en ce sens.

Mesures proposées

- 5.1. Concevoir et mettre en œuvre un plan provincial comprenant des principes directeurs pour la gestion et l’allocation des ressources de biomasse.
- 5.2. Soutenir le développement de l’utilisation de bioénergie avec captage et séquestration du carbone (BECSC) pour les activités à émissions négatives.

Émissions de gaz à effet de serre

En 2019

7 % des émissions de GES

D’ici 2030

Ces mesures devraient permettre de réduire de 90 % les émissions du secteur des déchets. Les nouvelles installations utilisant la BECSC pourront **permettre 1 Mt éq. CO₂ d’émissions négatives** dans l’industrie et la production d’électricité.

6. Électricité

Résultats à atteindre

D’ici 2025

- Élaborer un plan d’expansion des approvisionnements à long terme, pour devancer l’augmentation anticipée de la demande et assurer l’atteinte des cibles de décarbonation des autres secteurs pour 2035 et 2040.

D’ici 2030

- Achever la mise à niveau du réseau pour permettre la décarbonation des autres secteurs, en tenant compte des changements anticipés dans les schémas de la demande.
- Réduire de 90 % les émissions des réseaux autonomes restants.

Bien que les projections détaillées à la section 3 suggèrent que l’atteinte des cibles de 2030 n’augmenterait la demande en électricité pour la province que de 2 % (contre 52 % à l’horizon 2050), cette projection se fait à structure industrielle constante. Or, l’avantage environnemental du Québec favorise l’attraction de grands consommateurs d’énergie, (centres de données, cryptomonnaie), ce qui fait progresser les besoins en électricité par-delà la seule électrification de l’économie québécoise. Les contrats d’exportations fermes signés récemment ajoutent une pression additionnelle sur cette demande, tout comme l’expiration du contrat avec Churchill Falls prévue pour 2041.

De même, l’électrification des bâtiments contribue à une pointe hivernale qui, sans avoir un effet marqué sur la demande totale, exige une augmentation de la puissance ou un aplatissement de la pointe.

Afin de soutenir l’électrification dans les secteurs du transport, du bâtiment et du chauffage industriel, il est essentiel qu’Hydro-Québec (HQ) augmente sa capacité de production et la puissance maximale de son réseau. Pour l’instant, le Plan stratégique 2022-2026, publié par HQ en mars 2022, ne présente pas de tels niveaux d’investissement, même s’il reconnaît clairement une augmentation très probable de la demande d’au moins 50 % d’ici 2050. Pour de la marge de manœuvre nécessaire aux transformations après 2030, HQ devrait plutôt augmenter sa capacité d’au moins 10 %, une augmentation qui doit se faire en parallèle avec une gestion de la demande qui permettrait de réduire à la fois la pointe hivernale et la demande globale d’au moins 1 % par année au-delà de la tendance actuelle. Sans cette marge de manœuvre, le réseau deviendra rapidement un frein à la décarbonation des autres secteurs.

Mesures proposées

- 6.1. Financer la modernisation des infrastructures de transport et de distribution pour répondre à l’évolution anticipée des schémas de la demande. Dans les années à venir, de nombreux moteurs de la demande vont voir le jour. La plupart d’entre eux seront le résultat de la mise en œuvre de différentes mesures gouvernementales, telles que la promotion des véhicules électriques et la décarbonation du chauffage des bâtiments. Ces nouveaux moteurs de la demande auront pour effet de transformer les besoins en matière d’infrastructures. Par conséquent, les installations vieillissantes devront être remplacées par de nouvelles en tenant compte de ces changements afin d’éviter de faire des investissements peu productifs, et afin de permettre à tous les clients existants de s’électrifier.
- 6.2. Établir une politique de raccordement aux nouveaux demandeurs pour éviter de surcharger le réseau d’Hydro-Québec.
- 6.3. Décarboner l’essentiel des réseaux autonomes restants au Québec.

Émissions de gaz à effet de serre

En 2019

0,3 % des émissions de GES

D’ici 2030

Les principales retombées de ces transformations sont dans le déploiement des infrastructures essentielles à la décarbonation des autres secteurs économiques. Sans ces transformations, il est impossible de réduire de manière significative les émissions du Québec. Intrinsèquement, les mesures permettraient de les **réduire de 0,7 Mt éq. CO₂** par rapport à 2019.

7. Changements de comportements

Dans le contexte de l'Accord de Paris, seules les émissions produites sur un territoire sont portées au bilan de celui-ci. Celles associées à la production d'un bien sont donc comptabilisées au moment de sa production et non transférées à l'utilisateur final. Or, au Québec, les émissions de gaz à effet de serre directement sous le contrôle des citoyens sont limitées à environ 26 % du total et se concentrent essentiellement dans le transport des personnes et le chauffage des bâtiments. Au-delà de ces postes énergétiques, il est difficile pour les individus d'évaluer l'intérêt relatif des choix proposés ou accessibles. En effet, un à un, les individus ont très peu de contrôle sur la nature de l'offre de logement, les règlements entourant la production et le transport des biens, ou le coût environnemental d'une marchandise ou d'un choix par rapport aux autres. À moins de s'investir à temps plein dans ces questions – et encore! –, les citoyens ne peuvent porter la responsabilité de la transition énergétique.

Il est notable, d'ailleurs, que les pays qui avancent vers l'atteinte de leurs objectifs climatiques, tels que le Royaume-Uni, la Suède et d'autres, ne s'appuient pas d'abord sur un mouvement citoyen puissant, mais sur une classe dirigeante qui a pris ses responsabilités.

Mesures proposées

- 7.1. Adopter une politique d'aménagement du territoire *compatible avec la carboneutralité et le développement durable (réglementation à l'horizon 2025)*; à ce sujet, de nombreuses recommandations pertinentes peuvent être trouvées dans le rapport de la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec (2014).
- 7.2. Déployer des mesures plus agressives pour diminuer l'auto solo et contrer l'augmentation du parc automobile.
- 7.3. Accélérer le déploiement d'infrastructures visant le transport actif.
- 7.4. Accélérer le déploiement d'infrastructures de transport collectif et améliorer la qualité des services.
- 7.5. Soutenir l'efficacité énergétique dans le bâtiment résidentiel et locatif.

Émissions de gaz à effet de serre

Ces mesures, à l'horizon 2030, devraient contribuer à **stopper la croissance des émissions de GES**. Sur plusieurs décennies, des règles d'aménagement du territoire et d'urbanisme appropriées pourraient faire augmenter de manière importante l'utilisation du transport actif (avec ou sans assistance) et du transport en commun, tout en réduisant la dépendance à l'automobile, la consommation énergétique pour le transport et le chauffage, ainsi que l'empreinte environnementale des citoyens. Ces transformations réduiraient la demande en énergie, renouvelable ou non, par rapport au scénario de référence.

8. Bourse du carbone

Étant donné l’importance des efforts requis afin d’orienter le Québec vers ses cibles pour 2030, il est important de mentionner le rôle potentiel du système de plafonnement et d’échange de droits d’émission (SPEDE) dans l’atteinte des cibles de réduction. Or, à moins d’un changement majeur dans les règles régissant le fonctionnement du système, celui-ci ne jouera pas un rôle contraignant dans les réductions des secteurs.

Ce constat se fait à l’approche de la quatrième période de conformité : en effet, la quantité de permis alloués aux acteurs assujettis depuis le début du programme a eu pour résultat une surallocation importante de droits d’émission, tant du côté québécois que californien (Cullenward et al., 2019; Martin et Pineau, 2022). Par conséquent, la couverture des émissions du système et la quantité de permis en banque permettront aux acteurs assujettis de respecter leurs obligations sous le SPEDE tout en produisant une quantité d’émissions bien supérieure aux plafonds imposés lors des années menant à la cible de 2030.

Si des corrections adéquates étaient apportées au SPEDE, il faut noter que cela ne ferait pas disparaître les défis soulignés dans les mesures proposées ci-dessus pour chaque secteur. Néanmoins, cela permettrait à la bourse du carbone de jouer son rôle plus adéquatement en limitant de façon prévisible les niveaux d’émissions pour les acteurs assujettis, qui produisent environ 72 % des émissions québécoises.

Cela étant, la bourse du carbone est également dotée d’un plafond de prix, au-delà duquel la bourse se transforme essentiellement en taxe, offrant à tous les acheteurs potentiels la possibilité d’acheter au prix plafond à partir de la réserve de crédits. Ce prix a été fixé à 65 \$ US/t en 2021 et augmente de 5 % plus inflation par année. Il sera donc près du prix fédéral à l’horizon 2030.

9. Gouvernance

La restructuration de la gouvernance climatique par le gouvernement Legault a réduit sa capacité à livrer les réductions et les transformations en profondeur nécessaires à l’atteinte des objectifs climatiques. En effet, les exemples à l’étranger sont clairs : la réduction des émissions de GES passe par un alignement général des actions gouvernementales, sous un leadership fort, qui permet des mesures cohérentes et efficaces s’inscrivant dans la durée, des mesures qui sont évaluées et révisées régulièrement pour tenir compte de la réalité sur le terrain.

Plusieurs options de structures gouvernementales sont possibles pour assurer l’atteinte des objectifs. Toutefois, celles-ci doivent :

1. Rassembler les compétences et les ressources nécessaires pour évaluer et concevoir les plans de transition dans l’ensemble des secteurs économiques du Québec, afin d’appuyer et d’encadrer efficacement et de manière soutenue les ministères et organismes gouvernementaux. Idéalement, ces compétences devraient être rassemblées dans une agence ou une société d’État afin de réduire l’exposition des élus.
2. Assurer une évaluation constante et indépendante des mesures développées et déployées dans une optique de correction et d’amélioration des efforts.
3. Rapprocher la responsabilité climatique du pouvoir central – c’est-à-dire du premier ministre –, afin de faciliter l’action transversale et de forcer la prise en compte de cet enjeu à travers l’appareil d’État.

Conclusion

Depuis deux décennies, le Québec se démarque du reste de l'Amérique du Nord face à la crise climatique. Très tôt, un consensus social et politique qui reconnaissait l'existence de l'enjeu et la nécessité d'agir localement s'est formé, facilitant le déploiement de mesures telles qu'un marché du carbone, un soutien aux véhicules électriques et l'élaboration de plans ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Cette volonté collective s'est encore démarquée récemment par l'adoption d'une loi, pilotée par le gouvernement Legault, qui interdit l'exploitation pétrolière et gazière sur le territoire québécois, une loi qui marque l'histoire climatique au niveau mondial.

Malgré la bonne volonté généralisée, les gouvernements qui se sont succédé depuis vingt ans ont largement failli à livrer les transformations nécessaires pour l'atteinte de leurs objectifs climatiques, en refusant de mettre en place les structures de gouvernance appropriées et en faisant traîner les réformes qui s'imposent depuis longtemps, entre autres, dans l'aménagement du territoire, la gestion du transport et le code du bâtiment. Alors que les échéanciers se rapprochent rapidement, l'analyse que nous présentons ici montre que si l'atteinte de l'objectif légal de réduction de 37,5 % des émissions de GES à l'horizon 2030 est maintenant essentiellement irréalisable, il n'est pas trop tard pour déployer des transformations profondes qui placeront le Québec sur une trajectoire crédible qui le mènera la carboneutralité en 2050.

Des actions cohérentes et fortes, touchant l'ensemble des secteurs, permettraient, selon nos évaluations, de réduire de 30-36 % les émissions du Québec d'ici 2030 lorsqu'on fait la somme des réductions sectorielles. En intégrant la sous-performance de certaines mesures réglementaires et de certains programmes, on peut réalistiquement atteindre une réduction globale de 25-30 % des émissions de GES et, plus important encore, mettre en place les structures nécessaires pour continuer vers la carboneutralité. Celles présentées ici sont un début; il faudra rapidement les renforcer afin d'atteindre les prochaines cibles intermédiaires, qui assureront une transformation irréversible vers la carboneutralité.

Relever le défi climatique exige de regarder la réalité en face et de cesser de nous complaire dans nos succès passés pour, plutôt, s'appuyer sur ceux-ci pour construire l'avenir que nous voulons. Il est plus que temps d'envoyer un signal clair indiquant que celui-ci sera carboneutre afin de mettre fin à l'inertie généralisée qui bloque les avancées en matière de réduction des émissions de GES.

Bibliographie

Cullenward, D., Inman, M., Mastrandrea, M. 2019. "Tracking banking in the Western Climate Initiative cap-and-trade program." *Environmental Research Letters* 14.

Dion, J., A. Kanduth, J. Moorhouse, et D. Beugin. 2021. Vers un Canada carboneutre : s'inscrire dans la transition globale. Institut canadien pour des choix climatiques. https://climatechoices.ca/wp-content/uploads/2021/02/Vers-un-Canada-carboneutre_FINAL.pdf

Dunsky, P., Poirier, M., Vaillancourt, K., Joly, E. (2019). *Trajectoires de réduction d'émissions de GES du Québec – Horizons 2030 et 2050 – Rapport final*, Dunsky Énergie, 124 pp.; *Trajectoires de réduction d'émissions de GES du Québec – Horizons 2030 et 2050 (Mise à jour 2021)*, Dunsky Énergie, 83 pp. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/trajec-toires-emissions-ges.pdf>

Environnement et Changement climatique Canada (2022). *Plan de réduction des émissions pour 2030*. <https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/climate-change/erp/Plan-Reduction-Emissions-2030-Canada-fra.pdf>

Langlois-Bertrand, S., Vaillancourt, K., Beaumier, L., Pied, M., Bahn, O., Mousseau, N. (2021). *Perspectives énergétiques canadiennes 2021: Horizon 2060*. Montréal: Institut de l'énergie Trottier. <https://iet.polymtl.ca/perspectives-energetiques/>

Langlois-Bertrand, S., Mousseau, N., Beaumier, L. (2021). *Cap sur la carboneutralité: le jalon 2030*. Montréal: Institut de l'énergie Trottier. <https://iet.polymtl.ca/publications/cap-sur-la-carboneutralite-le-jalon-2030/>

Whitmore, J. et Pineau, P.-O., *État de l'énergie au Québec*, série (2015-). <https://energie.hec.ca/eeq/>

Langlois-Bertrand, S., Mousseau, N. (2022). *Plan de réduction des émissions 2030 du Canada : La proposition de l'IET*. Montréal : Institut de l'énergie Trottier. <https://iet.polymtl.ca/publications/plan-reduction-emissions-2030-canada-proposition-iet-2/>

Martin, N., Pineau, P.-O., 2022. *Overallocation in the California-Québec Carbon Market: A Useless Cap Until 2030*, CIRANO and HEC Montréal.

Meadowcroft, J. et collaborateurs. 2021. Pathways to net zero: A decision support tool. Transition Accelerator Reports Vol. 3, Iss. 1., 1-108. <https://transitionaccelerator.ca/pathwaystonetzeroreport/>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques (2020). *Politique-cadre d'électrification et de lutte contre les changements climatiques*. <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/plan-economie-verte/plan-economie-verte-2030.pdf>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques (2022). *Plan pour un économie verte 2030 : Plan de mise en œuvre 2022-2027* <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/plan-economie-verte/plan-mise-oeuvre-2022-2027.pdf>

Pedroli, F., Mousseau, N. (2022). *Décarbonation des bâtiments au Québec*. Montréal: Institut de l'énergie Trottier/L'Accélérateur de Transition. <https://iet.polymtl.ca/publications/rapport-decarbonation-batiments-quebec/>