

Créer de la richesse tout en décarbonant le Québec : mission possible?

Cahier méthodologique

Pour soutenir le mandat de recherche du Groupe consultatif sur la carboneutralité, ce projet a été réalisé avec le soutien financier du gouvernement du Canada. Le financement a été réalisé par le Fonds d'action et de sensibilisation pour le climat du Fonds pour dommages à l'environnement, administré par Environnement et Changement climatique Canada.

Ce projet a été réalisé avec l'appui financier
du gouvernement du Canada.

This project was undertaken with the financial support
of the Government of Canada.

Canada

L'analyse présentée dans le rapport [Créer de la richesse et décarboner l'économie du Québec](#) repose sur une méthode qui ne comporte pas en soi d'éléments nouveaux. Le caractère inédit de l'exercice se retrouve davantage dans les résultats eux-mêmes, qui n'avaient jamais été produits pour le Québec jusqu'à présent.

Ce cahier méthodologique décrit les calculs réalisés pour évaluer l'intensité carbone de l'économie québécoise et ses industries, de même que les hypothèses retenues pour effectuer ces calculs. Il est subdivisé en fonction des sections dans lesquelles il est cité dans le rapport [Créer de la richesse et décarboner l'économie du Québec](#). De plus, un encadré présente certaines particularités des données.

Encadré – Quelques précisions à propos des données

Les données nécessaires à l'évaluation de l'intensité carbone proviennent de différentes sources de données. Les données économiques et démographiques émanent du Conference Board du Canada (CBdC), et plus de détails sont fournis dans les sous-sections de ce document intitulées *Projection de croissance de la population* et *Prévisions de croissance économique*. Les données d'émissions de GES proviennent de Ressources naturelles Canada (RNC), de Statistiques Canada et du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec (MELCCFP).

Quelques divergences sont à noter dans ces différentes sources. Par exemple, les inventaires des émissions de GES réalisés par RNC et par le MELCCFP diffèrent de quelques centaines de milliers de tonnes de GES d'une année à l'autre. Selon notre compréhension, ces différences relèvent davantage de techniques de compilation ou de mesures distinctes, puisque les deux ministères réalisent leur inventaire en respectant les lignes directrices du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), comme le recommande la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CNUCC).

En général, nous utilisons les données de RNC lorsque nous comparons les performances d'intensité carbone du Québec à celles de l'Ontario, et nous utilisons les données du MELCCFP lorsque nous analysons l'évolution des performances du Québec au fil du temps.

D'autres divergences sont à noter au sujet des sources de données. C'est notamment le cas lorsque l'on compare l'inventaire réalisé par RNC et les données des comptes de flux physiques (CFP) publiées par Statistique Canada. Les données des CFP sont requises afin de réaliser l'analyse sectorielle pour chaque industrie sélectionnée.

À cet effet, les données économiques demeurent celles de Statistique Canada et du CBdC discutées précédemment. Pour ce qui est des émissions de GES, c'est ici qu'entrent en ligne de

compte les données des CFP par industrie. L'utilisation des CFP est nécessaire afin de coupler les données de PIB et d'émissions de GES sur la base des codes SCIAN de chaque industrie.

Bien que certains liens existent entre les inventaires de GES et les données des CFP, des différences importantes subsistent. En premier lieu, soulignons que les données exploitées dans les fiches sectorielles ne touchent que les émissions de GES attribuables aux industries et qu'elles excluent donc celles associées à la consommation énergétique des ménages. À l'intérieur du champ de données relatif aux industries, il existe plusieurs divergences entre les inventaires réalisés selon les lignes directrices de la CCNUCC et les CFP qui, eux, suivent les lignes directrices de l'ONU concernant le Système de comptabilité environnementale et économique (SCEE). Le Centre canadien d'information sur l'énergie [présente tous les détails à ce sujet](#), mais on peut donner l'exemple des biocombustibles dont les émissions sont incluses dans les inventaires d'émissions de GES alors qu'elles sont exclues des CFP.

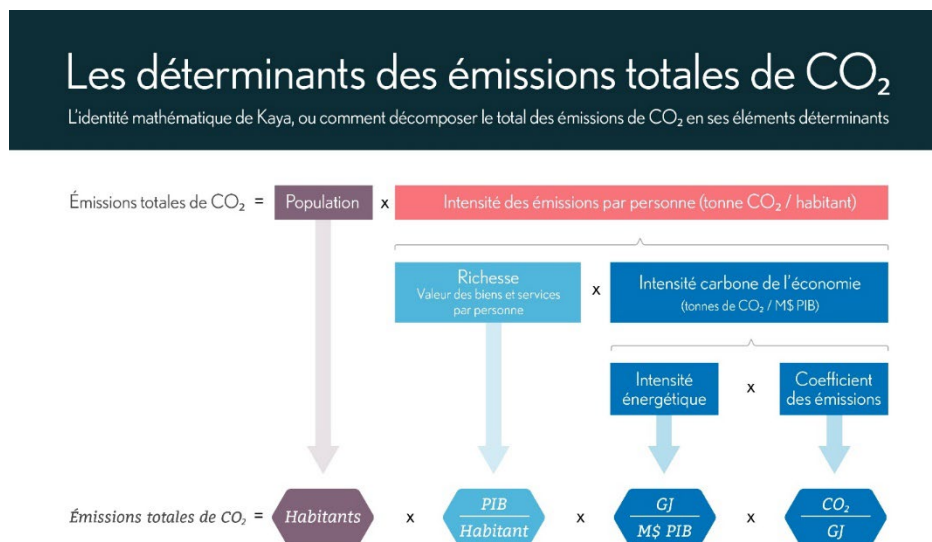
En dépit de ces divergences et des inconvénients qui en découlent, l'appariement entre les données économiques et les données d'émissions de GES provenant des CFP, sur la base des industries SCIAN, demeure la meilleure approche pour effectuer un diagnostic par industrie et projeter leurs trajectoires possibles de l'intensité carbone dans le futur.

Un indicateur intégré : l'intensité carbone de l'économie

Cadre d'analyse : l'équation de Kaya

L'équation de Kaya (figure 1) est une identité mathématique où la quantité d'émissions de GES, dans un État ou un territoire, est le résultat du produit de ses composantes. Au premier niveau de l'équation, la population d'un État est multipliée par l'intensité des émissions de GES par personne (t éq. CO₂/habitant) afin d'obtenir les émissions totales. L'intensité des émissions par personne est ensuite elle-même décomposée dans ses éléments multiplicateurs, c'est-à-dire le niveau de richesse par personne (\$ PIB/habitant) multiplié par l'intensité carbone de l'économie (t éq. CO₂/M\$ PIB). Enfin, au dernier niveau de l'équation, l'intensité carbone de l'économie est elle-même le résultat d'une autre multiplication, soit celle de l'intensité énergétique de l'économie (gigajoules par M\$ de PIB, ou GJ/M\$ PIB) et du coefficient d'émissions par unité d'énergie consommée dans l'économie (t éq. CO₂/GJ). La dernière ligne de la figure 1 présente l'équation de Kaya dans toutes ses composantes élémentaires.

Figure 1. L'équation de Kaya, ou les composantes déterminant la quantité d'émissions de GES



L'analyse consiste à isoler la composante de l'intensité carbone de l'économie afin d'évaluer la faisabilité des politiques publiques en matière d'économie et d'action climatique. Dans cette opération, les variables de la croissance de la population et du PIB par habitant sont prises telles quelles, à partir des sources décrites plus en détail ci-dessous.

Projections de croissance de la population

Trois sources de données principales peuvent être utilisées quant aux projections de la population (tableau 1). D'abord, l'Institut de la statistique du Québec (ISQ) a produit en 2022 sa [mise à jour des projections de la population du Québec et de ses régions](#). De toutes les références de projection de population du Québec disponibles, il s'agit de celle ayant la plus longue portée, avec une fin de période en 2066. La deuxième source, les [projections de Statistique Canada](#), présente des données dont la portée est plus courte, soit jusqu'à 2043, mais plusieurs scénarios de croissance démographique y sont disponibles. Finalement, les [projections du Conference Board du Canada](#) (CBdC) offrent une portée similaire à celle de Statistique Canada, soit jusqu'en 2045, mais avec une seule hypothèse de croissance démographique.

Tableau 1. Projections de la population du Québec à moyen et à long terme

Année	Conference Board du Canada	Institut de la statistique du Québec	Statistique Canada
<i>Dernière mise à jour</i>	<i>Février 2024</i>	<i>Juillet 2022</i>	<i>Août 2022</i>
2021	8 570 537	8 604 495	8 604 500
2030	9 265 291	9 128 027	9 080 500
2050	9 644 927*	9 706 908	9 655 319**

* Cette valeur est obtenue en perpétuant aux années 2046 à 2050 la moyenne du taux de croissance annuel des cinq dernières années de la période de projection du CBdC, soit 0,15 % de 2041 à 2045 inclusivement.

** Cette valeur est obtenue en perpétuant aux années 2044 à 2050 la moyenne du taux de croissance annuel des cinq dernières années de la période de projection de Statistique Canada, soit 0,27 % de 2038 à 2043 inclusivement.

Aux fins de l'analyse, le choix s'est arrêté sur les projections de population du CBdC. Celles-ci offrent plus de cohérence avec les prévisions économiques, qui proviennent de la même institution. De plus, les projections démographiques sont celles qui ont été mises à jour le plus récemment (tableau 1).

Prévisions de croissance économique

Les prévisions de croissance économique à moyen et à long terme comportent toujours un degré d'incertitude important. Toutefois, on observe que l'ensemble des prévisions se concentrent généralement dans un intervalle assez restreint. Dans le cas du Québec, la Chaire en fiscalité et en finances publiques (CFFP) de l'Université de Sherbrooke [rapportait il y a quelques mois](#) que les projections de croissance du PIB réel à long terme se situent entre 1,3 et 1,5 % par année, selon la source. Ces sources incluent [les simulations des finances publiques de l'IDQ](#) qui, elles-mêmes, reposent sur les projections du CBdC. Ce dernier a mis à jour ses projections provinciales de moyen terme et de long terme au tournant de l'année 2024. Les projections économiques du CBdC permettent d'observer et de comparer celles du Québec et de l'Ontario sur une même base de modélisation, ce qui n'est pas possible avec les autres sources en général.

En considérant ce qui précède concernant les politiques québécoises, trois périodes sont d'intérêt dans l'étude des trajectoires de l'intensité carbone (tableau 2). La première, de 2021 à 2026, correspond au premier palier de l'objectif économique. La deuxième, de 2026 à 2036, réfère au deuxième palier de l'objectif économique. Finalement, la troisième touche les années allant jusqu'à la cible terminale de la carboneutralité, soit 2050. On remarque de ces prévisions que le Québec enregistrerait une croissance économique inférieure à l'Ontario dans toutes les périodes. Cependant, au chapitre de la richesse (PIB/habitant), le Québec afficherait un taux de croissance supérieur à partir de 2026. Ce phénomène s'explique par une prévision de croissance démographique qui est moindre au Québec.

Tableau 2. Taux de croissance annuels composés du PIB réel au Québec et en Ontario

Périodes	PIB réel		PIB réel par habitant	
	Québec	Ontario	Québec	Ontario
2021-2026	1,4 %	2,2 %	0,0 %	0,1 %
2026-2036	1,7 %	2,2 %	1,4 %	1,0 %
2036-2050	1,5 %	1,9 %	1,4 %	0,9 %

Sources : Conference Board du Canada, compilation IDQ

Les prévisions de croissance économique ont un effet direct sur les trajectoires de l'intensité carbone. L'objectif de création de richesse adopté par le gouvernement du Québec se concentre sur l'indicateur du PIB réel par habitant. En tenant pour acquises les prévisions démographiques propres aux deux provinces, l'objectif se traduit nécessairement en un objectif de croissance du PIB réel.

Tel que mentionné précédemment, sur la base des plus récentes projections du CBdC, l'écart de PIB réel par habitant entre le Québec et l'Ontario sera de 13,0 % en 2026 et de 7,9 % en 2036 (tableau 3). Afin de réduire ces écarts à 10 % en 2026 et à 0 % en 2036, le PIB réel du Québec doit croître au rythme annuel de 1,9 % entre 2021 et 2026, et de 2,2 % dans les dix années suivantes (tableau 4). Quant au PIB réel par habitant, il doit croître de 0,5 % par année entre 2021 et 2026, et de 1,9 % entre 2026 et 2036 afin d'atteindre les objectifs de la politique économique du Québec.

Tableau 3. Comparaison du niveau de richesse du Québec et de l'Ontario
 PIB réel/habitant, dollars enchaînés de 2017

		Québec	Ontario	Écart
Selon les projections du CBdC	2021	52 481	58 955	12,3 %
	2026p	52 397	59 219	13,0 %
	2036p	60 402	65 197	7,9 %

Selon les objectifs de la politique économique du gouvernement du Québec	2026	53 836	59 219	10 %
	2036	65 197		0 %

Sources : Conference Board du Canada, compilation IDQ

Tableau 4. Croissance économique et création de richesse nécessaires au Québec pour l'atteinte des objectifs de la politique économique du gouvernement*

Taux de croissance annuels composés, en pourcentage

	PIB réel		PIB réel/habitant	
	Québec	Ontario	Québec	Ontario
2021-2026	1,9	2,2	0,5	0,1
2026-2036	2,2	2,2	1,9	1,0
2036-2050	1,5	1,9	1,4	0,9

* Pour les périodes 2021-2026 et 2026-2036, les taux de croissance du Québec sont optimisés pour l'atteinte des objectifs et les taux de l'Ontario sont tels que projetés par le CBdC. Pour la période 2036-2050, tous les taux de croissance sont tels que projetés par le CBdC.

Sources : Conference Board du Canada, compilation IDQ

Les différences entre les taux de croissance annuels du PIB réel et du PIB réel par habitant s'expliquent principalement par les tendances de croissance démographique contrastées entre le Québec et l'Ontario. Pendant toute la période 2020-2045, le CBdC prévoit que la croissance démographique sera de 0,5 % par année au Québec, tandis qu'elle progressera plutôt de 1,3 % annuellement en Ontario¹. Dans ce contexte, une fois l'objectif de la politique économique du Québec atteint, il ne serait plus nécessaire que la croissance du PIB réel du Québec surpasse celle de l'Ontario pour que le niveau de richesse (PIB réel/habitant) demeure équivalent dans les deux provinces. Par conséquent, pendant la période 2036-2050, les taux de croissance économique sont pris tels que projetés par le CBdC, sans hypothèse d'optimisation.

Évaluation de la réduction des émissions de GES équivalente à l'atteinte de la carboneutralité

En vertu du Protocole d'accord sur le leadership climatique mondial ([coalition Under2](#)), les parties signataires s'engagent à réduire leurs émissions de GES de 80 à 95 % d'ici 2050. Cet objectif correspond à une cible d'au plus deux tonnes d'équivalent de CO₂ par habitant (t éq. CO₂/habitant) par année. Si l'on retient ce paramètre, en combinaison avec les prévisions de population évoquées précédemment, la cible de carboneutralité en 2050 au Québec se chiffre à 19,3 Mt éq. CO₂. Ce niveau d'émissions représente une réduction des émissions de GES de 77,3 % par rapport au niveau de 1990, ce qui s'approche de la limite inférieure de l'intervalle recommandé, soit 80 %.

Trajectoires de l'intensité carbone des industries du Québec

Tel que précisé dans le rapport [Créer de la richesse et décarboner l'économie du Québec](#), les industries sélectionnées aux fins de l'analyse sectorielle représentent quatre cinquièmes des émissions de GES des industries et un tiers de leur PIB. Les tableaux 5 à 7 présentent les détails à ce sujet.

¹ Taux de croissance annuel composé.

Tableau 5. Secteurs économiques sélectionnés sur la base de leurs activités économiques et de leurs émissions de GES

Industries du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN)	Émissions en 2021		PIB réel en 2021	
	(Mt CO ₂)	Proportion	(M\$ constants)	Proportion
11A - Cultures agricoles et élevage	9,4	15 %	5 018	1 %
212 - Extraction minière et exploitation en carrière	3,6	6 %	4 986	1 %
23- Construction	1,7	3 %	31 055	8 %
31-33 - Fabrication	26,3	43 %	54 438	13 %
41 - Commerce de gros	1,6	3 %	25 589	6 %
484 - Transport par camion	4,1	7 %	3 882	1 %
Autres industries	15,2	24 %	288 558	70 %
Total	61,9	100 %	409 645	100 %

Tableau 6. Sous-secteurs du secteur Fabrication (SCIAN 31-33) sélectionnés sur la base de leurs activités économiques et de leurs émissions de GES

Industries du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN)	Émissions en 2021		PIB réel en 2021	
	(Mt CO ₂)	Proportion du secteur Fabrication	(M\$ constants)	Proportion du secteur Fabrication
321 - Fabrication de produits en bois	2,2	8 %	2 949	5 %
322 - Fabrication du papier	6,3	24 %	2 587	5 %
3273 - Fabrication de ciment et de produits en béton	3,5	13 %	1 028	2 %
331 - Première transformation des métaux	7,7	29 %	5 242	10 %
336 - Fabrication de matériel de transport	0,2	1 %	7 857	14 %
Autres sous-secteurs du secteur Fabrication	6,4	24 %	34 729	64 %
Total du secteur Fabrication	26,3	100%	54 391	100%

Tableau 7. Sous-secteurs du secteur Transport et entreposage (SCIAN 48-49) sélectionnés sur la base de leurs activités économiques et de leurs émissions de GES

Industries du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN)	Émissions en 2021		PIB réel en 2021	
	(Mt CO ₂)	<i>Proportion du secteur Transport et entreposage</i>	(M\$ constants)	<i>Proportion du secteur Transport et entreposage</i>
484 - Transport par camion	4,1	51 %	3 882	29 %
Autres sous-secteurs du secteur Transport et entreposage	4,0	49 %	9 520	71 %
Total du secteur Transport et entreposage	8,1	100%	13 402	100%

Mesure de la performance de chaque secteur

L'évolution de chaque secteur a été mesurée à partir du PIB réel et des émissions des GES, et ce, pour la période incluse dans les [Comptes des flux physiques des émissions de gaz à effet de serre](#) (CFP) de Statistique Canada, soit de 2009 à 2021. Ces données permettent de calculer l'intensité carbone, qui est simplement le ratio des émissions de CO₂ sur le PIB réel. Par la suite, pour projeter les trajectoires d'intensité carbone de 2022 à 2030, les prévisions de PIB réel du Conference Board du Canada sont mises en rapport avec les niveaux d'émissions de GES à viser pour atteindre l'objectif du PEV 2030.

Afin d'éviter des conjectures trop irréalistes, les trajectoires futures sont construites sur la base d'une réduction linéaire des émissions de GES. Cette approche est préférable parce qu'il est ardu d'émettre une hypothèse sur un rythme de réduction non linéaire. En effet, certains secteurs économiques peuvent être positionnés pour opérer une transition relativement rapidement, grâce aux technologies nécessaires déjà en place, tandis que d'autres auront un rythme de transition qui s'accélérera plus tard. Dans ce contexte, il faut examiner les trajectoires d'intensité carbone sectorielles comme un repère qui guide les décisions des intervenants et non pas comme une prévision. Mentionnons que le deuxième rapport d'analyse à paraître dans quelques mois approfondira davantage l'évolution prévisible de l'intensité carbone par industrie.

Les résultats de l'évaluation se trouvent dans les 12 fiches sectorielles en annexe du rapport. Celles-ci renvoient souvent à des références du Québec ou d'ailleurs afin d'accompagner les intervenants de chaque secteur dans l'élaboration de plans pour définir la trajectoire d'intensité carbone de leur industrie. Cette approche a été privilégiée parce que le rapport et les fiches sectorielles n'ont pas été produits dans un but prescriptif. Chaque industrie comporte ses particularités technologiques et de marché, et les spécialistes de chacune sont les mieux placés pour juger de la faisabilité technique et économique des différentes options. Dans cet esprit, nous avons jugé plus approprié d'offrir la méthode d'évaluation de l'intensité carbone, ainsi que différentes références pour en définir les cibles et la trajectoire, plutôt que de tenter de déterminer nous-mêmes ces cibles et ces trajectoires. Cela dit, nous rappelons ci-dessous un ensemble de références qui seront utiles aux intervenants des différents secteurs économiques.

Références sur des cibles et des technologies de décarbonation par industrie.

- [La décarbonation et l'atteinte de la carboneutralité en entreprise](#)
Conseil patronal pour l'environnement du Québec
- [Guide de décarbonation pour les entreprises](#)
Fédération des Chambres de commerce du Québec
- [Plan de réduction des émissions pour 2030 – Aperçu secteur par secteur](#)
Gouvernement du Canada
- [Trajectoires d'émissions en entreprise: Réduire les GES et saisir les opportunités de croissance](#)
HEC Montréal – KPMG
- [Guide sur la décarbonation industrielle compétitive](#)
PRIMA Québec, pôle de recherche et d'innovation en matériaux avancés
- [A sector progress tracker for the net-zero transition](#) (en anglais seulement)
McKinsey & Company
- [SBTi sector-specific guidance](#) (en anglais seulement)
SBTi – Science-Based Targets Initiative
- [Net-Zero Industry Tracker 2023](#) (en anglais seulement)
World Economic Forum