

11

FAÇONS DE MESURER LA CROISSANCE PROPRE



SEPTEMBRE 2020



INSTITUT CANADIEN POUR DES
CHOIX CLIMATIQUES

TABLE DES MATIÈRES

Sommaire	iv
Bâtir un avenir sur la croissance propre	1
La croissance propre : définition.....	1
Mesure de la croissance propre.....	4
#1 Croissance sobre en carbone	10
Statistique principale 1 : découplage du PIB et des GES.....	11
Découplage régional.....	12
Position à l'international.....	16
Leçons à tirer des données sur le découplage.....	18
Données manquantes.....	19
#2 Résilience économique	20
Statistique principale 2 : Fréquence et coûts des catastrophes naturelles dues aux changements climatiques.....	21
Coûts pour le secteur public.....	21
Coûts pour le secteur privé.....	23
Coûts futurs.....	24
Lacunes du coût des catastrophes naturelles comme indicateur.....	25
Données manquantes.....	27
# 3 Développement des technologies	28
Statistique principale 3 : PIB des produits environnementaux et de technologies propres.....	29
Développement régional et sectoriel des technologies.....	30
Lacunes du secteur des produits environnementaux et de technologies propres comme indicateur.....	31
Données manquante.....	34
#4 Adoption des technologies	36
Statistique principale 4 : Intensité énergétique et proportion d'énergie à faibles émissions.....	37
Adoption sectorielle des technologies à faibles émissions.....	38
Obstacles à l'adoption des technologies.....	44
Données manquantes.....	45
#5 Commerce résilient et sobre en carbone et capacité concurrentielle	46
Statistique principale 5 : Commerce des biens et services résilients et sobres en carbones.....	47
Commerce provincial des biens et services liés au climat.....	48
Influence mondiale grâce au financement de la lutte aux changements climatiques.....	49
Données manquantes.....	51
#6 Investissements dans les infrastructures résilientes et sobres en carbone	54
Statistique principale 6: Investissements publics et privés dans les infrastructures liées au climat.....	55
Stock d'infrastructures liées au climat.....	55
Lacunes des stocks et des flux d'investissement comme indicateurs.....	58
Données manquantes.....	60

#7 Emplois sobres en carbone	62
Statistique principale 7 : Découplage des emplois et des GES.....	63
Découplage des emplois régionaux.....	65
Risques et possibilités pour les secteurs.....	68
Risques et possibilités pour les collectivités.....	69
Risques et possibilités pour les personnes.....	72
Données manquantes.....	73
#8 Énergie abordable	74
Statistique principale 8 : Part des dépenses totales des ménages consacrée aux besoins énergétiques.....	75
Dépenses énergétiques selon les provinces.....	77
Lacunes de l'utilisation des dépenses ménagères pour mesurer l'effet de répartition.....	78
Données manquantes.....	81
#9 Résilience inclusive	82
Statistique principale 9 : Taux de pauvreté au Canada.....	83
Taux de pauvreté par provinces et par villes.....	85
Lacunes de l'utilisation du taux de pauvreté comme indicateur de résilience et de vulnérabilité.....	86
Données manquantes.....	86
#10 Air propre	90
Statistique principale 10 : Qualité de l'air ambiant dans les villes canadiennes.....	91
Qualité de l'air ambiant et santé des Canadiens.....	93
Changements climatiques et pollution atmosphérique.....	96
Données manquantes.....	96
#11 Écosystèmes florissants	98
Statistique principale 11 : Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie.....	99
Incidence régionale et sectorielle.....	99
Lacunes du secteur de l'ATCATF comme indicateur.....	102
Données manquantes.....	105
Conclusions et recommandations	106
Conclusion 1 : Il est possible d'atteindre simultanément des objectifs climatiques, économiques et de bien-être, mais cela requiert une collaboration considérable.....	108
Conclusion 2 : Nous n'avons pas toutes les données nécessaires pour mesurer les progrès en matière de croissance propre.....	109
Conclusion 3 : Sous plusieurs aspects, les progrès du Canada en matière de croissance propre sont peu marqués ou inégaux.....	110
Notes finales	112
Bibliographie	114
Remerciements	128



SOMMAIRE

MESURER LE CHEMIN PARCOURU VERS LA CROISSANCE PROPRE

Quand il est question de changements climatiques et de croissance économique, les avis sont polarisés. D'un côté, les pessimistes soulignent que la croissance économique s'est de tout temps accompagnée d'émissions de gaz à effet de serre et affirment que le Canada doit choisir : favoriser la croissance économique ou réduire ses émissions. Certains vont même jusqu'à affirmer que les objectifs climatiques du Canada doivent toujours céder le pas à la croissance et à la création d'emplois, ou alors, à l'opposé, que la poursuite de ces objectifs exige l'abandon de toute croissance.

De leur côté, les optimistes sont convaincus que politiques intelligentes et changements technologiques permettront de stimuler la croissance tout en luttant contre les changements climatiques. Pour eux, l'énergie et les technologies propres peuvent à la fois réduire les émissions du Canada et favoriser la croissance économique et la création d'emplois. Où se trouve donc la vérité? Les Canadiens devront-ils sacrifier croissance économique, emplois et revenus sur l'autel des changements climatiques? Comment les entreprises canadiennes pourront-elles rester concurrentielles pendant la transition vers une économie sobre en carbone? La promesse de technologies propres pourra-t-elle compenser les pertes d'emplois et de revenus si les secteurs à fortes émissions de carbone doivent composer avec une baisse des investissements et de la demande? À qui cette transition vers un avenir propre profitera-t-elle, et qui laissera-t-elle en plan?

Ces questions sont au cœur des recherches de l'Institut sur la **croissance propre**, que l'on définit comme une croissance économique inclusive qui réduit les émissions de GES, renforce la résilience face aux changements climatiques et améliore le bien-être des Canadiens. Elles sont également particulièrement pertinentes pour les gouvernements qui cherchent des façons de lutter contre les changements climatiques tout en s'efforçant de relancer l'économie après la pandémie de la COVID-19.

Le présent rapport souligne les multiples facettes de la croissance propre en exposant les liens entre la croissance économique, les changements climatiques et le bien-être des populations. Nous y définissons 11 indicateurs basés sur des données qui, ensemble, peuvent aiguiller les efforts déployés par les gouvernements, les entreprises et les collectivités pour lutter contre les changements climatiques tout en visant une croissance soutenue et les meilleurs résultats possibles pour la société et chacun de ses membres.

QU'EST-CE QUE LA CROISSANCE PROPRE?

Une croissance économique inclusive qui réduit les émissions de GES, renforce la résilience face aux changements climatiques et améliore le bien-être des Canadiens.

OPTIMISME SCEPTIQUE

Soutenir la croissance économique tout en luttant efficacement contre les changements climatiques n'est pas un jeu d'enfant. Il ne suffit pas d'espérer naïvement que la croissance économique et les emplois accompagneront comme par magie le déclin des émissions. C'est pourquoi un optimisme sceptique est de mise : il faut s'engager à viser la croissance propre, tout en éliminant ou en résolvant la multitude de problèmes qui pourraient faire dérailler le processus.

L'optimisme sceptique est nettement préférable au pessimisme, qui préconise de choisir entre action climatique et croissance économique. À la base, l'optimiste sceptique reconnaît l'importance de déployer des efforts pour maintenir l'augmentation de la température mondiale moyenne bien en deçà de 2 °C. Il reconnaît également l'importance de renforcer la résilience aux effets physiques des changements climatiques. Le bien-être des Canadiens est en jeu : sans mesures audacieuses de lutte contre les changements climatiques, ils devront composer avec une augmentation des coûts et d'importants risques pour la santé. Si leur pays ne s'engage pas dans le mouvement mondial de transition vers une économie sobre en carbone, ils pourraient devoir faire face au délaissement d'actifs et à des pertes d'emploi.

Parallèlement, l'optimiste sceptique voit dans la croissance économique un catalyseur potentiel de la prospérité et du bien-être des Canadiens. La croissance crée des emplois et génère des revenus, tout en assurant au gouvernement l'assiette fiscale nécessaire pour fournir des services de grande qualité en santé, en programmes sociaux destinés aux groupes vulnérables, en éducation, en infrastructures routières et en transport.

Somme toute, la croissance propre, c'est la façon d'atteindre tous ces objectifs en même temps sans rien laisser de côté : lutter contre les changements climatiques, favoriser la prospérité économique et améliorer le bien-être des populations. L'optimisme sceptique est la voie de la croissance propre au Canada.



CADRE D'INDICATEURS DE LA CROISSANCE PROPRE

Pour évaluer le cheminement du Canada vers la croissance propre, il faut aller au-delà de la mesure des émissions de GES. Le pays s'est engagé à atteindre la carboneutralité d'ici 2050, et cet engagement pourrait déclencher des transformations majeures dans notre économie et notre société. La mesure des GES est importante, mais elle ne présente qu'une image partielle de la croissance propre.

Le Canada a donc besoin d'indicateurs plus généraux et plus poussés, à la hauteur de la profondeur et de la complexité de ces transformations. Ces indicateurs doivent aider à comprendre la mutation de l'économie à l'échelle nationale, régionale et locale, et les effets de la transition vers la croissance propre sur les individus. Ils doivent exposer les liens entre changements climatiques, croissance économique et bien-être afin de mettre en lumière les tensions et les secteurs où l'adoption ou la modification des politiques pourrait permettre d'obtenir de meilleurs résultats. Les politiques climatiques seront d'autant plus viables et durables quand elles refléteront les préoccupations relatives aux investissements. Parallèlement, les politiques économiques et sociales seront plus efficaces si elles tiennent compte des objectifs climatiques.

Il est impératif de faire progresser chacun de ces éléments de la croissance propre; pourtant, le Canada ne dispose pas d'un cadre lui permettant de mesurer ces progrès. C'est pourquoi l'Institut propose, dans ce premier rapport sur la croissance propre, une évaluation – fondée sur les données – des progrès réalisés à ce jour, et y met en lumière les données manquantes qui pourraient aider les décideurs canadiens à suivre, à analyser

et à comprendre ces progrès.

Il est impossible de mesurer la croissance propre à partir d'un seul type de données. Les 11 indicateurs que nous présentons ici couvrent le réseau complexe de défis, de possibilités, de synergies et de conflits qui caractérisent la poursuite d'objectifs climatiques, la stimulation de l'économie et la recherche de la santé et du bien-être des Canadiens.

Comme l'illustre la figure à la page suivante, notre cadre regroupe les 11 indicateurs en trois catégories : deux **objectifs** généraux de la croissance propre – la croissance sobre en carbone et la résilience économique; des **catalyseurs** de la croissance propre – le développement et l'adoption des technologies et des indicateurs liés au commerce et aux infrastructures; et enfin les **fondamentaux** de la croissance propre – comme des écosystèmes florissants, des emplois sobres en carbone, de l'air propre et une énergie abordable.

Pour donner un avenir prospère aux Canadiens, il faudra tenir compte de cette suite d'indicateurs dans leur ensemble, et les utiliser pour établir les priorités et évaluer les progrès dans les décennies à venir.

LES 11 INDICATEURS DE CROISSANCE PROPRE



LES OBJECTIFS DE LA CROISSANCE PROPRE

Le grand objectif de la croissance propre est de lutter contre les changements climatiques tout en stimulant l'économie. Pour mesurer les progrès, il faut scinder cet objectif en deux parties, la première axée sur la croissance sobre, et la deuxième sur la résilience économique devant les changements climatiques.

L'**indicateur de croissance sobre en carbone** évalue le découplage des émissions de GES et du produit intérieur brut (PIB) au fil du temps. Nous observons que toutes les provinces ont réussi à découpler la croissance économique des émissions de GES entre 2005 et 2018, et que six d'entre elles ont réduit leurs émissions tout en stimulant leur économie. Les chiffres montrent que les économies territoriales réussissent aussi ce découplage (bien que le manque de données nous empêche de les inclure dans notre analyse comparative).

Notre analyse montre que la croissance sobre en carbone repose sur trois activités : *trouver* de nouvelles sources de croissance sobres en carbone, *adopter* des sources de croissance moins émettrices, et *réduire* les émissions des sources de croissance actuelles. Si les pistes de recherche sur ces trois moteurs ne manquent pas, les études à venir seraient plus faciles s'il existait des ensembles de données enrichis corrélant les données sur l'économie et les GES au Canada.

L'**indicateur de résilience économique** est axé sur la réduction des coûts des changements climatiques pour

le Canada. Si le manque de données limite notre capacité d'évaluer les progrès quant au renforcement de la résilience économique, cet indicateur met en lumière certains des grands secteurs où un suivi amélioré des coûts des changements climatiques pourrait éclairer les décisions en matière de politiques et d'investissements.

Dans une analyse basée sur l'estimation des coûts des catastrophes naturelles – pour les ménages, les entreprises et les gouvernements –, nous montrons que le coût des inondations et des feux incontrôlés a augmenté au fil du temps, entre autres à cause de facteurs climatiques. Cependant, force est de constater que le manque de données empêche de considérer l'ensemble de ces coûts. Par exemple, l'estimation des coûts des feux de forêt qui ont touché Fort McMurray en 2016 varie de 4 à 9 milliards de dollars, selon les éléments qu'on y inclut. Le suivi dans le temps d'un plus large éventail de coûts liés au climat, combiné à une meilleure évaluation des risques futurs, permettrait aux gouvernements, aux entreprises et aux propriétaires de prendre des décisions éclairées.

CATALYSEURS DE LA CROISSANCE PROPRE

Cette catégorie d'indicateurs cible certains catalyseurs de la croissance sobre en carbone et de la résilience économique : le développement et l'adoption de technologies, les investissements dans les infrastructures résilientes et sobres en carbone et la capacité concurrentielle que procure le commerce résilient et sobre en carbone. Ensemble, ces indicateurs servent de moteur pour accélérer le passage à une croissance propre.

Le développement de technologies qui simplifient et rendent plus abordables la réduction des émissions et l'amélioration de la résilience peut atténuer les répercussions économiques de la transition tout en générant de nouvelles sources de croissance et d'emploi. Pour évaluer cet aspect, nous étudions la contribution estimée des produits environnementaux et de technologies propres au PIB. Bien que cet ensemble de données ne rende pas compte de toutes les sources potentielles d'activité économique cadrant avec les objectifs de croissance sobre en carbone et de résilience économique, il s'agit d'un bon point de départ. On peut ainsi constater que l'activité économique associée aux produits environnementaux et de technologies propres au Canada a augmenté avec le temps, mais qu'elle varie d'une province ou d'un territoire à l'autre. L'électricité renouvelable et les services de technologie propre comme la construction y occupent une place prépondérante, mais le PIB en dollars constants généré par la fabrication de technologies propres a augmenté de 20 % entre 2012 et 2018.

Le faible taux d'adoption est l'un des obstacles majeurs au développement de nouvelles technologies. Puisque les données sur les technologies contribuant à la résilience sont limitées, nous nous concentrons sur **l'adoption de technologies sobres en carbone**. Nous utilisons comme statistique principale une comparaison entre

l'intensité énergétique et la part que représente l'énergie sobre en carbone au Canada et dans les autres pays du G7. Nous avons l'une des plus fortes proportions d'énergie sobre en carbone (25 %) grâce à la production d'hydroélectricité et d'énergie nucléaire, mais notre consommation d'énergie par unité de PIB est considérablement plus élevée que celle d'autres pays du G7. Ce contraste met en lumière l'ampleur du défi que représente l'adoption technologique pour le Canada si ce dernier souhaite réduire considérablement ses émissions sans ralentir la croissance. Selon un sondage mené en 2017, seulement 10 % des entreprises canadiennes ont adopté des technologies propres. L'accélération de l'adoption favorise la croissance sobre en carbone en stimulant la demande des marchés intérieurs en innovations et en réduisant les émissions par unité produite.

La capacité concurrentielle que procure le commerce résilient et sobre en carbone est aussi un catalyseur de la croissance propre. La hausse de la demande mondiale en produits et services résilients et sobres en carbone ouvre des perspectives de croissance pour les entreprises canadiennes, tout en générant l'innovation et les économies d'échelle qui contribuent à une baisse des coûts d'adoption à long terme. Pour cet indicateur, nous nous penchons donc sur le pourcentage du PIB que représentent les importations et les exportations de produits envi-

ronnementaux et de technologies propres. Bien qu'il ne reflète pas toutes les activités économiques qui enregistrent des progrès, l'indicateur témoigne d'une augmentation graduelle des échanges de biens et services sobres en carbone au Canada. Pour bien évaluer la capacité concurrentielle du Canada, il faudrait réaliser une analyse générale dans tous les secteurs de l'économie, y compris ceux qui pourraient être vulnérables aux fluctuations des marchés internationaux et des comportements d'investissement provoqués par la transition vers une économie sobre en carbone.

À cause de la longue durée de vie des infrastructures, les comportements d'investissement peuvent avoir une incidence considérable sur la croissance sobre en carbone et la résilience économique. **Les investissements dans les infrastructures** qui ne sont pas résilientes ou sobres en carbone feront grimper les coûts, et le manque d'investissements

dans les infrastructures favorisant la sobriété en carbone (transport d'électricité, recharge des véhicules électriques) pourrait ralentir l'adoption des technologies.

Selon cet indicateur, les investissements publics et privés en transport et en distribution d'électricité ont beaucoup augmenté entre 2009 et 2019, tandis que les investissements en énergie éolienne et solaire ont diminué. Pour ce qui est du stock total d'infrastructures, les infrastructures gazières et pétrolières ont pris de l'expansion, tout comme celles de transport et de distribution d'électricité et de production d'hydroélectricité. Dans l'ensemble, l'augmentation des investissements dans les infrastructures résilientes et sobres en carbone est bienvenue, mais des données et des analyses approfondies sont nécessaires pour choisir où investir des fonds publics et privés limités afin de parvenir à une croissance sobre et à une résilience économique.



FONDAMENTAUX DE LA CROISSANCE PROPRE

La dernière catégorie d'indicateurs regroupe les fondamentaux de la croissance propre. Bien qu'il soit théoriquement possible d'accroître le découplage des émissions et de la croissance ou de réduire les coûts des changements climatiques sans s'attaquer à ces fondamentaux, les changements opérés seraient moins susceptibles de durer.

Ces indicateurs ciblent cinq domaines présentant selon nous les risques et les avantages potentiels les plus élevés en matière de croissance sobre en carbone et d'amélioration du bien-être des Canadiens. Les politiques et les initiatives autochtones sont particulièrement importantes pour réaliser des progrès par rapport à ces indicateurs, puisqu'on s'attend à ce que les changements climatiques touchent plus durement le gagne-pain, la santé et le bien-être des peuples autochtones. En outre, les communautés autochtones sont bien placées pour jouer un rôle déterminant dans l'adoption de solutions d'énergie propres et naturelles pour lutter contre les changements climatiques.

Le premier indicateur fondamental met de l'avant les **emplois sobres en carbone**. Le maintien des emplois stables et rémunérés est une préoccupation majeure à l'heure où le Canada et le reste du monde mettent les bouchées doubles pour réduire les émissions de GES. La transition amène son lot de risques et de nouvelles perspectives, qui varient selon les secteurs, les régions et les personnes. Cet indicateur évalue les progrès en mesurant la croissance globale des emplois par rapport à la diminution des émissions, ainsi que l'atténuation des pertes d'emplois à l'échelle régionale et individuelle et l'accès général aux nouvelles possibilités d'emploi. Nous analysons donc le découplage des emplois et des GES au fil du temps ainsi que les risques pour les secteurs, les collectivités et les personnes.

Selon notre analyse, le marché de l'emploi québécois est celui qui génère le moins d'émissions de GES, et

celui de la Saskatchewan, celui qui en génère le plus. À Terre-Neuve-et-Labrador, la croissance des émissions de GES suit une courbe presque identique à celle de la croissance des emplois, mais la plupart des autres provinces ont découplé ces tendances depuis 2005. Les petites collectivités qui dépendent d'un seul secteur et les personnes ayant des compétences limitées ou un faible niveau de scolarité risquent généralement davantage de perdre leur emploi. Une proportion plus élevée des emplois autochtones est aussi concentrée dans des secteurs qui pourraient être à risque.

Le deuxième indicateur fondamental mesure **l'énergie abordable**. Les ménages qui peinent à joindre les deux bouts sont plus vulnérables à une hausse des coûts de biens et services essentiels comme le chauffage, l'énergie et le transport. Le suivi et la surveillance des dépenses des ménages dans ces catégories peuvent aider à cerner les préoccupations et à orienter l'élaboration de politiques pertinentes en ce qui concerne la transition énergétique. Cet indicateur mesure donc la part des dépenses totales consacrée aux dépenses énergétiques selon le revenu. En général, les ménages canadiens ont dépensé moins pour l'énergie en 2017 qu'en 2010, mais les ménages de la classe moyenne inférieure à supérieure (particulièrement dans les provinces de l'Atlantique) continuent de consacrer la plus grande part de leur budget à l'énergie.

Le troisième indicateur fondamental, la **résilience inclusive**, renvoie à la crainte de voir les personnes les plus vulnérables de la société faire les frais des changements climatiques.

Les mieux nantis et les privilégiés ont les moyens de déménager, de reconstruire, de s'adapter ou de se rétablir plus rapidement que les personnes défavorisées ou confrontées à des difficultés en raison de leur santé, de leur âge, de la discrimination ou d'un handicap. Les changements climatiques risquent d'exacerber les inégalités sociales. En comprenant mieux les populations vulnérables, les gouvernements peuvent élaborer des politiques ciblées pour les protéger et leur venir en aide.

Nous utilisons la pauvreté comme indicateur de vulnérabilité, mais nous présentons également plusieurs autres méthodes de mesure à l'échelle locale. Sur le plan national, le taux de pauvreté est passé de 16 % en 2006 à 9 % en 2018 grâce à des politiques comme la Prestation nationale pour enfants et au dynamisme du marché du travail. Les plus importantes baisses ont été observées dans les grandes villes comme Toronto, Vancouver et Montréal.

Malgré ces progrès, le taux de pauvreté demeure tout de même élevé au sein de certains groupes, par exemple les jeunes adultes vivant seuls et les mères monoparentales de moins de 18 ans. Cela signifie que certains Canadiens demeurent très sensibles aux changements climatiques et mal outillés pour s'y adapter. C'est notamment le cas des communautés autochtones : près de 22 % des immeubles résidentiels situés sur les terres de réserves autochtones au Canada risquent de subir des crues centennaires. De plus, les répercussions physiques des changements climatiques aggraveront les problèmes de pauvreté, de logement, de santé et de manque d'infrastructures auxquels font déjà face les peuples autochtones.

Quatrième indicateur fondamental, **l'air propre** présente une formidable occasion d'améliorer la santé des Canadiens et de limiter les risques du réchauffement climatique pour la santé. Malheureusement, cet aspect est souvent négligé lorsque vient le temps de réduire les émissions de GES. Certains polluants atmosphériques proviennent des mêmes sources que les GES, et il a été démontré clairement que cette pollution augmente les risques de problèmes respiratoires, cardiaques et neurologiques, causant plus de 14 000 décès prématurés chaque année au Canada. Le suivi des progrès en matière

d'air propre permet de cerner les régions et les sources d'émissions qui pourraient bénéficier de politiques pour réduire considérablement la pollution atmosphérique et les GES. À Vancouver par exemple, en 2017-2018, les émissions de dioxyde d'azote (NO₂) excédaient les normes nationales de qualité de l'air. Puisque les transports sont une source majeure d'émissions de NO₂, les mesures incitant à utiliser les transports en commun, le transport actif et les véhicules électriques pourraient entraîner d'importants avantages pour la santé, tout en luttant contre une source importante d'émissions de GES.

Le dernier indicateur fondamental s'intéresse aux **écosystèmes florissants**. Lorsqu'on réfléchit aux écosystèmes strictement sur le plan de la conservation de l'environnement ou des ressources naturelles, on fait fi de leur contribution essentielle à la réalisation des objectifs de croissance économique, de bien-être et de lutte contre les changements climatiques. Les écosystèmes fournissent de l'eau et de l'air propre, de la nourriture, des ressources naturelles et des habitats fauniques; ils sont aussi essentiels au bien-être et à l'autodétermination des peuples autochtones. De plus, ils stockent du carbone et favorisent la résilience aux changements climatiques en régulant la température, en protégeant les sols et en limitant les risques d'inondation.

Vu la popularité croissante des mesures de compensation carbone, de la plantation d'arbres et d'autres solutions naturelles aux changements climatiques, il est nécessaire d'avoir une vision globale de l'état des écosystèmes canadiens et des nombreux avantages qu'ils présentent pour orienter l'élaboration des politiques. Malheureusement, les données sur les écosystèmes sont très limitées. Pour cet indicateur, nous tenons compte des données sur l'affectation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie de l'Inventaire officiel canadien des gaz à effet de serre, qui fournit des estimations sur certaines sources et certains puits d'émissions terrestres au pays. Les données soulignent le rôle essentiel que joue la forêt boréale canadienne dans le stockage du carbone, ainsi que les émissions produites par les feux incontrôlés, les infestations d'insectes et le brûlage de déchets forestiers en Colombie-Britannique.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Nos 11 indicateurs nous permettent de tirer trois grandes conclusions, assorties de recommandations aux gouvernements et de plusieurs suggestions de domaines à approfondir et à analyser.

CONCLUSIONS

- 1. Il est possible d'atteindre simultanément des objectifs climatiques, économiques et de bien-être, mais cela requiert une collaboration considérable.** Si l'on choisit les politiques et les mesures appropriées, la réduction des émissions de GES, le renforcement de la résilience, la stimulation économique et l'amélioration du bien-être peuvent aller de pair. Les décideurs et la population canadienne ne devraient toutefois pas sous-estimer l'ampleur des efforts à déployer. Il est facile d'affirmer qu'on souhaite à la fois favoriser la croissance économique et réduire considérablement les GES, mais beaucoup plus difficile d'expliquer exactement comment. Il est également facile de clamer que personne ne doit être laissé pour compte, mais beaucoup plus difficile de mettre en place les mécanismes nécessaires pour protéger les Canadiens vulnérables.
- 2. Les décideurs n'ont pas toutes les données nécessaires pour mesurer les progrès en matière de croissance propre.** Mesurer les progrès du Canada en matière de croissance propre n'est pas tâche facile. Dans certains cas, les indicateurs ont tellement de facettes qu'il est difficile de les évaluer à partir de quelques statistiques seulement. Dans d'autres cas, les données nécessaires pour bien évaluer les progrès ne sont tout simplement pas accessibles. Les données sont cruciales pour repérer les liens et les interactions qui touchent à la croissance propre. Elles permettent aux gouvernements de mesurer les progrès et d'effectuer les ajustements nécessaires. En investissant dans de nouvelles données de qualité qui feraient des rapprochements entre changements climatiques, croissance économique et bien-être des Canadiens, on ouvrirait la voie à de nouvelles recherches et à l'élaboration de politiques qui favorisent la croissance propre.
- 3. Sous plusieurs aspects, les progrès du Canada en matière de croissance sont peu marqués ou inégaux.** Notre analyse met en lumière certains domaines où le Canada pourrait augmenter la cadence : découplage plus lent des GES et du PIB dans certaines régions du pays; développement et adoption de technologies résilientes et sobres en carbone; secteurs, collectivités et personnes risquant de perdre des emplois à cause de la transition vers un avenir sobre en carbone; perte et détérioration continues des écosystèmes. L'analyse a aussi mis en lumière certaines possibilités dont les approches actuelles ne profitent pas pleinement, notamment des investissements dans les infrastructures résilientes et sobres en carbone et la réduction de la pollution atmosphérique afin de générer des bienfaits pour la santé.

RECOMMANDATIONS POUR LES GOUVERNEMENTS

- ▶ **Établir des responsabilités transversales explicites au sein du gouvernement**, en offrant des orientations claires (lettres de mandat des ministres) quant à la prise en compte des objectifs de lutte contre les changements climatiques, de succès économique et de bien-être, et en établissant des structures de gouvernance horizontales officielles (comme un comité sur la croissance sobre en carbone).
- ▶ **Mieux définir les liens entre les données sur les GES et l'économie**. La recherche et l'élaboration de politiques en matière de croissance propre nécessitent des données sur les GES facilement accessibles et corrélées avec des données sur le PIB, l'emploi, le commerce et autres.
- ▶ **Améliorer les données sur les GES pour les territoires du Canada**. Les chercheurs ont besoin de meilleures données pour inclure les territoires dans des analyses comparatives avec les provinces.
- ▶ **Recueillir davantage de données de qualité sur les coûts des phénomènes météorologiques extrêmes**. Il faut améliorer l'uniformité et l'exhaustivité de la Base de données canadienne sur les catastrophes.
- ▶ **Élargir la portée des données sur les technologies propres pour y inclure davantage de technologies liées aux changements climatiques**. Nous devons tenir compte des activités économiques qui, sans être entièrement « propres », sont conformes aux approches de croissance sobre en carbone, ainsi que des technologies qui favorisent l'adaptation et la résilience aux changements climatiques.
- ▶ **Cataloguer les investissements en infrastructure publics pour en faciliter le suivi**. Nous proposons de classer les investissements en quatre catégories d'infrastructures liées au climat : 1) sobres ou zéro carbone; 2) favorisant la croissance sobre en carbone; 3) résilientes; 4) naturelles.
- ▶ **Mettre au point des indicateurs plus exhaustifs de la vulnérabilité sociale en contexte de changements climatiques**. La vulnérabilité aux changements climatiques dépend de plusieurs facteurs, y compris les sensibilités existantes comme la pauvreté ou les problèmes de santé, l'exposition aux répercussions climatiques et la capacité d'adaptation avant et après les événements climatiques. À l'heure actuelle, peu d'indicateurs rendent pleinement compte de tous ces éléments.
- ▶ **Améliorer les données sur les tendances des écosystèmes et sur leurs répercussions sur le climat**. Le Canada a besoin d'une organisation ayant des moyens comparables à ceux du Service canadien des forêts pour les écosystèmes comme les milieux humides et les écosystèmes estuariens et côtiers, afin de recueillir de meilleures mesures sur les puits et les sources de carbone et d'analyser les avantages pour la résilience climatique. Le gouvernement fédéral devrait également s'efforcer de produire des rapports détaillés sur les émissions de GES produites par des perturbations naturelles sur les territoires non aménagés, comme les feux incontrôlés et la fonte du pergélisol.
- ▶ **Utiliser les investissements à court terme pour favoriser une transition vers la croissance propre à long terme**. Les gouvernements peuvent jouer un rôle déterminant pour éliminer les obstacles aux investissements privés, particulièrement lorsque l'économie est en difficulté et que les fonds sont limités. Les politiques et les investissements mis en place dès aujourd'hui peuvent préparer le terrain pour la croissance économique résiliente et sobre en carbone à long terme.

En plus des 11 indicateurs analysés, ce rapport met en lumière d'importantes lacunes dans les données, ainsi que des questions de recherches et des questions stratégiques auxquelles il faut répondre pour faciliter la transition du Canada vers la croissance sobre. Nous cernons ci-dessous plusieurs domaines qui profiteraient d'analyses et de recherches approfondies.

DOMAINES À APPROFONDIR POUR LES GOUVERNEMENTS ET LES CHERCHEURS

- ▶ **Mener des évaluations stratégiques de la croissance propre** Plusieurs gouvernements canadiens exigent que les propositions de politiques comprennent une évaluation environnementale stratégique. Le gouvernement fédéral considère aussi les grands investissements publics en infrastructure dans une optique climatique. Il serait bon de développer ces outils pour y intégrer explicitement un ensemble de critères plus larges liés aux objectifs de croissance propre. Par exemple, les projets d'infrastructure doivent naturellement tenir compte des objectifs économiques généraux, mais omettent parfois les objectifs de croissance sobre en carbone. Une approche axée sur la croissance sobre en carbone pourrait favoriser des investissements qui soutiennent le développement et l'adoption de technologies sobres en carbone.
- ▶ **Associer le développement des technologies et leur adoption** Puisque le faible taux d'adoption national des technologies propres est l'un des principaux obstacles à la croissance des entreprises de ce secteur, les mécanismes d'intervention visant à accélérer ce taux d'adoption pourraient cibler des domaines où les entreprises canadiennes semblent réussir, mais où elles peinent à trouver des acheteurs au pays. Cela pourrait stimuler la croissance de marchés nationaux qui mettraient les entreprises canadiennes en meilleure posture pour réussir à l'étranger.
- ▶ **Associer les politiques sur le développement économique et les compétences aux risques et possibilités d'emploi liés aux changements climatiques** Certaines régions et collectivités où les emplois sont concentrés dans un secteur à risque pourraient être particulièrement vulnérables, tout comme les personnes ayant des compétences limitées ou un faible niveau de scolarité. L'établissement d'un lien plus probant entre les scénarios de transition pour la lutte contre les changements climatiques et les politiques sur le développement économique et les compétences pourrait réduire les vulnérabilités et offrir des occasions d'emploi liées à la croissance sobre en carbone.
- ▶ **Cibler le transport urbain** Nos indicateurs donnent plusieurs raisons d'accorder une plus grande importance au transport urbain, par exemple un taux d'adoption des technologies propres faible dans le secteur du transport, une hausse des émissions de GES et des données liant pollution atmosphérique et problèmes de santé.
- ▶ **Freiner la disparition des services écosystémiques liés aux changements climatiques** Le brûlage des déchets forestiers par les sociétés forestières, l'assèchement des milieux humides pour l'agriculture et l'urbanisation, la déforestation causée par les activités industrielles et bien d'autres activités réduisent les bienfaits de la nature pour les générations actuelles et futures. Les changements climatiques exacerberont bon nombre de pressions sur les écosystèmes.
- ▶ **Soutenir davantage d'initiatives autochtones favorisant la croissance propre** Les initiatives autochtones peuvent présenter de nombreux avantages économiques, sociaux, environnementaux et climatiques. Un soutien accru aux aires protégées, à la gestion des terres, aux projets d'énergie renouvelable, au logement durable, à la gestion des incendies et à d'autres initiatives autochtones de lutte contre les changements climatiques pourrait accélérer les progrès en matière de croissance durable au Canada.

INTRODUCTION



BÂTIR UN AVENIR SUR LA CROISSANCE PROPRE

Lorsque vient le temps de mesurer les progrès relatifs aux changements climatiques, les gouvernements, les analystes et les militants ont trop souvent tendance à ne s'attarder qu'aux émissions de gaz à effet de serre. Mais le succès à long terme des politiques climatiques suppose des ajustements économiques et sociaux de taille, et ces politiques doivent tenir compte de la prospérité du Canada sur ces deux plans

Inversement, les gouvernements ne doivent pas limiter l'évaluation de leurs politiques de croissance économique à la seule croissance du produit intérieur brut (PIB), car la négligence des enjeux climatiques minera à long terme l'économie du pays et le bien-être des citoyens.

La croissance propre articule les politiques climatiques autour des ambitions économiques et sociétales du pays (croissance du PIB, création d'emplois, contrôle du coût de la vie, santé). Plutôt que d'obliger à choisir certains objectifs aux dépens des autres, elle priorise des solutions intégrées qui permettent d'avancer sur plusieurs plans à la fois. La croissance propre propose aux Canadiens une vision – prospérer tout en combattant les changements climatiques – dont les deux objectifs s'encouragent mutuellement, pour peu qu'ils soient gérés avec soin.

Dans le contexte des changements climatiques, la croissance propre se définit comme une forme de croissance économique inclusive visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, à augmenter la résilience climatique et à améliorer le bien-être de la population.

Afin d'illustrer concrètement le concept et de faciliter la mesure des progrès, le présent rapport propose et analyse 11 grands indicateurs statistiques, qui représentent tous les éléments nécessaires à une croissance propre

réussie. Étudiés sur le long terme, ces indicateurs devraient permettre de départager les sphères où les progrès vont bon train de celles qui tirent de l'arrière et de comprendre où l'on manque de données cruciales. Souvent, ils aident aussi à cerner les défis et les possibilités politiques et mettent en lumière le besoin de nouvelles méthodes de collecte et d'analyse des données à l'échelle des gouvernements et des entreprises.

LA CROISSANCE PROPRE : DÉFINITION

Si la croissance propre peut englober tout un éventail d'enjeux environnementaux, nous avons choisi de nous concentrer sur les changements climatiques pour deux raisons : 1) il s'agit du plus gros obstacle à la croissance propre au Canada pour les prochaines décennies, et 2) l'Institut s'est donné comme mandat de mener des études et des analyses qui orienteront les politiques climatiques. Ainsi, pour nos besoins, nous plaçons la croissance propre à l'intersection des objectifs en matière de changements climatiques, de croissance économique et de bien-être.

Bien qu'elle fasse des changements climatiques une priorité, notre approche étoffe à plusieurs égards les définitions traditionnelles de la croissance propre ou verte (encadré A) : si la croissance économique et les émissions de gaz à effet de serre (GES) en forment

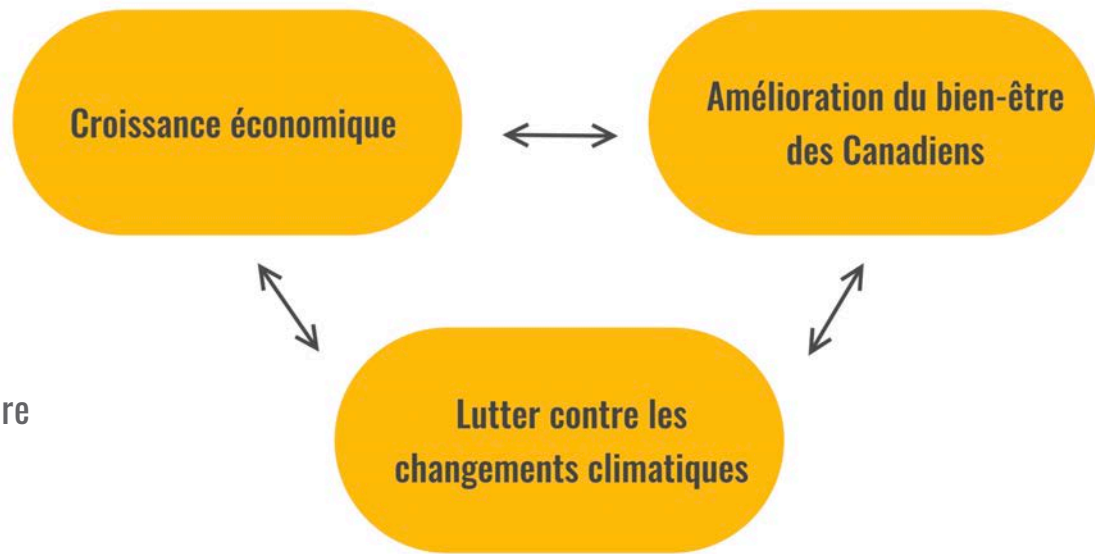


FIGURE A:
**La triade de la
croissance propre**

évidemment le noyau, nous y avons greffé les notions de bien-être et de résilience face aux changements.

Chacune des trois composantes de la croissance propre (figure A) a son importance. Afin de combattre les changements climatiques, le Canada s'est fixé comme objectif de réduire considérablement ses émissions de GES d'ici 2030 et d'atteindre la carboneutralité d'ici 2050. En outre, le pays s'est engagé, en adoptant le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques, à assurer la résilience climatique de ses collectivités, c'est-à-dire à outiller les entreprises, les gouvernements et les particuliers pour composer avec les répercussions physiques des changements climatiques.

Par ailleurs, la croissance économique est essentielle à la prospérité des Canadiens – leur assurant de meilleurs emplois et salaires – et à l'obtention des ressources fiscales nécessaires pour offrir des services gouvernementaux de haute qualité. Plus largement encore, l'amélioration du bien-être permet d'assurer à tous les citoyens, peu importe leur bagage ou leur situation, un avenir prospère et sain dans un environnement propre et sûr. Cette notion revêt une importance toute particulière pour les communautés autochtones, dont les moyens de subsistance, la santé et le bien-être sont gravement menacés par les changements climatiques, et qui sont en bonne position pour contribuer à l'adoption de solutions naturelles et d'énergies propres. (YHI, 2019; FNCI, 2020).

La croissance propre repose sur une notion fondamentale : le progrès simultané des objectifs relatifs aux changements climatiques, à la croissance économique et au bien-être. Des écologistes, des chercheurs et des journalistes se sont demandé si ces objectifs étaient contradictoires, en conflit les uns avec les autres (Cassidy, 2020). Par le passé, la croissance économique s'est souvent accompagnée d'émissions de GES; on peut donc se demander si la prospérité et la réduction des émissions sont des objectifs intrinsèquement incompatibles, et si la lutte contre les changements climatiques se fait aux dépens de la croissance économique et de l'avenir des jeunes générations.

Mais la croissance propre est bel et bien possible et souhaitable (encadré B). Elle présente les avantages de la croissance économique – hausse des revenus, innovation, création d'emplois – tout en évitant ses effets indésirables, comme les émissions de GES et les iniquités sociales.

Avec cette approche, l'atteinte d'un objectif requiert l'atteinte de tous les objectifs.

Notons par exemple que les marchés internationaux et les préférences des investisseurs évoluent avec les politiques publiques adoptées pour réduire rapidement les émissions de GES. Ces changements présentent à la fois des risques et des possibilités de croissance économique

ENCADRÉ A:

Bref historique de la croissance propre

Diverses organisations ont proposé ou utilisé diverses définitions de la croissance propre à travers les années. Cette croissance fait d'ailleurs partie des piliers du Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques, avec l'atténuation (réduction des émissions de gaz à effet de serre) et l'adaptation (accroissement de la résilience climatique). Dans ce contexte, le terme couvre souvent l'ensemble des programmes de soutien au secteur des technologies propres du pays.

Le Canada et le Royaume-Uni ont tous deux délaissé le syntagme *croissance verte* au profit de *croissance propre*, vraisemblablement parce que le second englobe davantage de sources d'énergie. Le concept de la croissance verte est né en Corée du Sud avant d'être adopté par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) après la crise financière de 2008. L'attrait principal de la croissance verte était l'idée qu'un pays puisse à la fois protéger l'environnement et faire croître son économie, à une époque où ces deux objectifs étaient perçus comme mutuellement exclusifs.

Des analyses et des études de plusieurs entités, comme l'OCDE et la Banque mondiale, démontrent clairement qu'une politique environnementale n'entraîne pas automatiquement une croissance économique, et inversement qu'une politique économique ne profite pas automatiquement à l'environnement. Les politiques doivent être sélectionnées soigneusement, notamment en fonction de leur capacité à encourager la croissance en favorisant l'efficacité, l'innovation, la création de nouveaux marchés, la confiance des investisseurs et la réduction des risques économiques liés à l'environnement.

Peu après la popularisation du terme *croissance verte*, la Banque mondiale y a ajouté le mot *inclusive*. Étant l'une des principales organisations internationales à œuvrer pour éradiquer la pauvreté et favoriser la prospérité des pays émergents ou en développement, elle avait conscience de l'importance d'assurer une certaine cohérence entre les pratiques de croissance verte et les grandes priorités sociétales. Le terme *croissance verte inclusive* a ensuite été adopté par le G20 (Groupe des Vingt), devenant une priorité transversale de son plan de développement. Depuis, d'importants rapprochements – qui ont soulevé des questionnements – ont été faits entre les pratiques de croissance propre, les droits autochtones et la réconciliation.

L'OCDE publie régulièrement un ensemble d'indicateurs de croissance verte comparant les résultats de ses pays membres dans diverses catégories. Ces indicateurs englobent un grand éventail d'enjeux et permettent de comparer les pays. Toutefois, beaucoup d'entre eux n'évaluent pas les données provinciales ou locales essentielles à l'orientation des politiques canadiennes.

Sources : GNUDD (2020a); OCDE (2011); YHI (2019).

pour le Canada. Pour que l'économie du pays survive à la transition mondiale, il est crucial de réduire les émissions dans les secteurs à risque et de réinvestir les ressources dans l'exploration d'activités économiques et de nouvelles sources de croissance sobres en carbone¹.

Une croissance soutenue peut aussi vaciller si l'économie n'est pas résiliente face à des changements climatiques qui comportent des risques importants, notamment le bris d'infrastructures et de structures construites, la baisse de la productivité des travailleurs et la perturbation des opérations ou des chaînes d'approvisionnement. Ainsi, c'est en renforçant la capacité du Canada à gérer ces risques et à se relever en cas de catastrophe qu'on favorisera l'atteinte des objectifs de croissance économique.

La technologie, les investissements et le commerce joueront ici un rôle essentiel. La capacité à faire croître l'économie tout en combattant les changements climatiques dépend grandement des efforts de création et d'adoption de technologies résilientes et sobres en carbone au pays². Les investissements publics et privés seront la clé du succès dans ce domaine. Et sur la scène internationale, le commerce et les investissements encourageront aussi l'expansion des marchés intérieurs et mondiaux pour de telles technologies et généreront des occasions d'affaires pour les exportateurs canadiens.

Au bout du compte, la croissance économique est un moyen d'améliorer la qualité de vie de la population, et non une fin en soi. Le problème d'une approche de croissance propre axée uniquement sur le PIB, c'est qu'elle ignore plusieurs facteurs fondamentaux du bien-être des citoyens.

Par exemple, les indicateurs économiques globaux peuvent camoufler des différences marquées entre les régions et les populations. La transition vers une économie résiliente et sobre en carbone ne peut pas réussir si elle aggrave le chômage dans certaines régions, exacerbe des inégalités existantes ou laisse les plus vulnérables encaisser tout le choc des changements climatiques. Il ne peut y avoir de croissance propre sans compréhension de ces enjeux et ajustements conséquents.

Cependant, la transition ne vise pas uniquement à protéger la population des risques. Il s'agit aussi d'améliorer le bien-être de tous. Par exemple, la réduction des émissions de gaz à effet de serre a le potentiel d'améliorer grandement la santé de la population. En effet, des polluants atmosphériques nocifs qui causent des maladies et des morts prématurées sont souvent émis en même temps que les GES. La transition pourrait aussi générer de nouvelles sources d'emplois et de revenus.

Enfin, la nature est au cœur même de l'économie, du bien-être humain et des changements climatiques. Un écosystème florissant peut capturer et retenir le carbone, empêcher les inondations, rafraîchir les zones urbaines, améliorer la qualité de l'eau et de l'air, produire de la nourriture et des ressources, aider la faune à prospérer et bien plus. Mais pour tirer pleinement avantage de tout cela, il faut d'abord bien comprendre les liens entre la nature et les activités économiques et humaines. Pour ce faire, il est essentiel d'inclure les communautés autochtones dans le processus de décision et de planification; elles ont en effet une connexion privilégiée avec la nature : leurs moyens de subsistance et leur bien-être y sont intimement liés, et elles sont les gardiennes et les protectrices de nombreux écosystèmes importants.

MESURE DE LA CROISSANCE PROPRE

Afin de mesurer la croissance propre, nous avons créé une série d'indicateurs statistiques s'appuyant sur les approches utilisées au pays et à l'international ainsi que sur les résultats de consultations auprès d'experts internes et externes (encadré C). Utilisés ensemble, ces indicateurs constituent un point de départ pour la définition des priorités et l'évaluation des progrès en matière de croissance propre. Ils permettent d'étudier l'intersection des objectifs climatiques, économiques et sociétaux.

Les statistiques retenues ne permettent pas de mesurer parfaitement chaque facette de la croissance propre. Dans bien des cas, les données sont manquantes ou incomplètes. Toutefois, le processus de sélection et d'analyse des indicateurs est instructif en lui-même : il

ENCADRÉ B :

Avantages de la croissance propre

Par Richard Lipsey, expert en croissance propre et professeur émérite de l'Université Simon Fraser



L'Institut canadien pour des choix climatiques se consacre à l'étude des politiques de croissance propre, qui visent à conserver les avantages de la croissance économique tout en atténuant ses effets indésirables. Ainsi, nous croyons qu'il est possible et souhaitable de marier croissance économique et protection de l'environnement.

Tous ne sont pas d'accord : certains doutent que la croissance propre soit possible, et d'autres, qu'elle soit souhaitable. Le premier groupe est d'avis que l'avancement de l'un des deux objectifs fait obligatoirement reculer l'autre, et le second, plus extrême, remet en question les bienfaits d'une croissance économique constante, soutenant que le modèle de croissance moderne est globalement tellement nuisible qu'il n'y aurait que des avantages à ralentir, voire à arrêter cette croissance pour protéger l'environnement.

Nous rejetons ces deux opinions. Dans l'ensemble, la croissance profite à toutes les sociétés, et on trouve des exemples comme la Suède, qui enregistre à la fois une baisse constante de ses émissions de gaz à effet de serre, une croissance économique et un haut niveau de bien-être de la population.

La croissance est principalement liée aux nouvelles technologies (nouveaux procédés de fabrication de produits existants, nouveaux produits et nouvelles approches de production, de distribution et de financement).

Les choses ont bien changé depuis la première décennie du XXe siècle : équipement dentaire et médical moderne, pénicilline, pontages, accouchements sûrs, prévention des maladies génétiques, ordinateurs personnels, disques compacts, télévisions, voitures, moyens de transport international rapides et accessibles, éducation universitaire abordable, chauffage central, climatisation, grande sélection d'aliments sans ptomaines ni risques de botulisme étaient inexistants, tout comme les nombreuses inventions qui ont allégé les corvées ménagères telles que détergent, machine à laver, cuisinière électrique, aspirateur, réfrigérateur, lave-vaisselle et toutes sortes d'autres produits ménagers nous facilitant la vie que l'on tient aujourd'hui pour acquis. Ces technologies ont aussi éradiqué d'horribles maladies qui estropiaient et tuaient, comme la peste, la tuberculose, le choléra, la dysenterie, la variole et la lèpre, pour ne nommer que les plus connues.

Pour nous qui vivons au début du XXIe siècle, il s'opère des changements tout aussi importants, mais différents, dans les domaines de la biotechnologie, de la nanotechnologie, de l'intelligence artificielle et des technologies propres. Si les avancées technologiques et la croissance qu'elles entraînent se poursuivent, on peut espérer vivre plus longtemps et en meilleure santé, éliminer le fardeau de nombreuses maladies héréditaires, remplacer certaines parties du corps par des prothèses contrôlées par une intelligence artificielle, éradiquer la surdité, créer des matériaux verts et découvrir des sources d'énergie capables de mettre fin au règne des combustibles fossiles.

(continue sur la page suivante)

La croissance moderne et la mondialisation ont profité au monde tout entier, sortant des milliards de personnes de la pauvreté pour leur donner le niveau de vie de la classe moyenne, mais elles ont aussi eu des effets indésirables. Les travailleurs non qualifiés, relativement rares à l'échelle locale dans les pays développés, ne sont devenus qu'une poignée parmi tant d'autres à l'international, et les émissions de gaz à effet de serre et autres dommages environnementaux ont augmenté. Ces conséquences doivent être atténuées par des politiques publiques, plutôt qu'en jetant le bébé avec l'eau du bain en stoppant la croissance.

Ces politiques correctrices doivent faire partie intégrante de la croissance propre. La génération actuelle peut s'estimer chanceuse que les technophobes n'aient pas réussi à convaincre les gouvernements de mettre fin aux avancées technologiques dans le passé, tout comme nos enfants et nos petits-enfants nous seront reconnaissants de ne pas avoir arrêté ou ralenti l'évolution des technologies qu'ils utiliseront dans 50 ou 100 ans.

Sources : Lipsey (2006); Lipsey (2019).

nous aide à mieux comprendre les relations entre les changements climatiques, l'économie et le bien-être de la société, et à déterminer les données et analyses supplémentaires potentiellement utiles, les points à approfondir et les politiques gouvernementales susceptibles d'appuyer la croissance propre.

Tout d'abord, le cadre que nous proposons comprend deux indicateurs servant à définir les objectifs généraux de la croissance propre (figure A). Le premier indicateur, la **croissance sobre en carbone**, est celui qui se rapproche le plus de la définition traditionnelle de la croissance propre. Il mesure le découplage progressif des émissions de GES et du PIB et fixe le double objectif de faire croître une économie plus sobre en carbone et de réduire les émissions sans ralentir la croissance. Le deuxième, la **croissance résiliente**, vise à limiter les conséquences financières des changements climatiques pour le Canada. Bien qu'il manque des données, cet indicateur met en lumière certaines des sphères importantes dans lesquelles un meilleur suivi des coûts engendrés par les changements climatiques pourrait orienter les politiques et les stratégies d'investissement.

La deuxième catégorie d'indicateurs se compose d'**outils** qui favorisent la croissance résiliente et sobre en carbone, notamment le développement et l'adoption des technologies, l'investissement dans des infrastructures résilientes et sobres en carbone et le commerce résilient et sobre

en carbone. Ces éléments interconnectés alimentent ensemble le moteur qui accélérera les progrès en matière de croissance propre. En développant des technologies qui permettent de réduire les émissions et d'augmenter la résilience plus facilement et à moindre coût, nous améliorerons nos chances d'atteindre concurremment nos objectifs économiques et climatiques.

Toutefois, la lenteur de l'adoption de nouvelles technologies est un obstacle de taille. C'est en nous attaquant à ce problème que nous pourrions renforcer le marché national de l'innovation et réduire l'intensité d'émission de la croissance. En outre, il sera essentiel d'investir dans des infrastructures durables. En effet, tout investissement dans une infrastructure qui n'est pas résiliente et sobre en carbone entraînera des coûts supplémentaires dans l'avenir. Par ailleurs, la construction d'infrastructures comme un réseau de distribution d'électricité ou des stations de recharge de véhicules électriques peut grandement faciliter le développement et l'adoption de nouvelles technologies.

Le commerce contribue également à la croissance résiliente et sobre en carbone. L'augmentation de la demande mondiale de produits et services résilients et sobres créera des occasions d'affaires pour les entreprises du pays tout en favorisant l'innovation et les économies d'échelle, ce qui réduira les coûts d'adoption des technologies à long terme. Pour accélérer le processus, le Canada peut

augmenter ses importations et exportations de produits et services résilients et sobres en carbone, encourager financièrement les projets des pays en développement et adapter son modèle d'investissement direct étranger.

Nous avons appelé la dernière catégorie d'indicateurs « les **fondamentaux** ». S'il est techniquement possible de commencer à découpler les émissions et la croissance ou à réduire les coûts associés aux changements climatiques sans toucher aux fondamentaux, les progrès ainsi accomplis risquent d'être plus fragiles et moins durables. Nous avons déterminé les cinq sphères qui présentent le plus de risques, mais aussi de possi-

bilités, dans le cadre d'une transition vers une croissance propre avantageuse pour *tous*.

Emplois sobres en carbone : Il est crucial que le Canada préserve des emplois stables et lucratifs à mesure que le monde se mobilise pour réduire les émissions de GES. La transition a le potentiel de détruire et de créer des emplois, et il faudra veiller à maintenir l'équilibre entre les secteurs, les régions et les citoyens. L'objectif sera donc de générer un gain global d'emplois tandis que les émissions diminueront, tout en limitant autant que possible les pertes aux échelles régionale et individuelle et en élargissant l'accès aux nouvelles possibilités d'emploi.

ENCADRÉ C : Sélection des catégories et des statistiques pour les indicateurs de croissance propre

Pour sélectionner les catégories d'indicateurs présentées dans ce rapport, les experts et le personnel de l'Institut ont étudié diverses approches de croissance propre, notamment le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques, la stratégie du gouvernement du Royaume-Uni, les indicateurs de croissance verte de l'OCDE, les rapports de la Banque mondiale sur la croissance verte inclusive, les indicateurs des objectifs de développement durable de l'ONU et la théorie économique du donut. Pour évaluer la pertinence de ces approches dans le contexte canadien de la lutte contre les changements climatiques, l'équipe s'est demandé comment les progrès pourraient être mesurés en 2050. Cette méthode a permis de déterminer la portée des catégories d'indicateurs, qui ont ensuite été précisées à l'aide d'un processus itératif pour obtenir les 11 indicateurs présentés à la figure B.

Puis, nous avons dû choisir les statistiques principales et secondaires pour chaque indicateur. Les options ont été évaluées selon les critères suivants : pertinence par rapport à notre définition de la croissance propre, utilité dans l'orientation des politiques gouvernementales, capacité à suivre les progrès à moyen et à long terme, accessibilité des données à travers les années, qualité des données et comparabilité à l'échelle nationale, provinciale ou municipale. Puisque peu de statistiques remplissaient tous nos critères, nous avons décidé de compléter les statistiques principales avec des statistiques et des analyses secondaires. Les résultats ont par la suite été présentés à plusieurs experts et intervenants externes afin de parfaire la sélection de données, la présentation et l'analyse complémentaire.

FIGURE B:

Les 11 indicateurs de croissance propre



Énergie abordable : C'est là une autre source d'inquiétude pour les Canadiens qui ont du mal à joindre les deux bouts. Les familles à faible revenu sont plus vulnérables à l'augmentation des coûts des produits et services essentiels, comme le chauffage, l'électricité et le transport. La surveillance des dépenses essentielles pourrait mettre en lumière les problèmes et faciliter l'adoption de politiques équitables à mesure que les systèmes énergétiques évoluent.

Résilience inclusive : Les populations les plus vulnérables risquent de subir davantage les contrecoups des changements climatiques. Les familles bien nanties peuvent déménager, rebâtir, s'adapter et se relever plus rapidement que les personnes démunies, en mauvaise santé, âgées ou handicapées, ou faisant partie d'une minorité discriminée. Si aucune mesure n'est prise, les changements climatiques pourraient creuser les inégalités sociales. En connaissant mieux les groupes les plus vulnérables aux changements, les gouvernements seront plus à même de les protéger et de les aider. Nous utilisons la pauvreté comme indicateur de vulnérabilité, mais mentionnons aussi plusieurs autres mesures locales potentielles.

Air propre : Cette occasion exceptionnelle d'améliorer la santé de la population et de limiter les risques du réchauffement climatique pour la santé est souvent éclipsée par le travail de réduction des émissions de GES. De plus en plus d'études démontrent que les polluants atmosphériques augmentent les risques de maladies respiratoires, cardiaques et neurologiques, causant plus de 14 000 morts prématurées au Canada chaque année. Ces polluants étant souvent émis par les mêmes sources que les GES, le suivi des premiers pourrait mettre en lumière des occasions de réduire les seconds.

Écosystèmes florissants : La compensation des émissions de carbone et la plantation d'arbres gagnant en popularité, il est temps de prendre un peu de recul pour orienter les politiques selon une vue d'ensemble des écosystèmes du pays et des avantages qu'ils offrent. Malheureusement, nous n'avons que très peu de données sur les écosystèmes. Nous devons donc nous en remettre aux données sur l'utilisation des terres, les changements

d'affectation des terres et les forêts contenues dans l'inventaire national des gaz à effet de serre du Canada, qui présente d'importants puits et sources terrestres de GES.

Les sections ci-dessous définissent et analysent chacun des indicateurs. La dernière section présente les conclusions principales qu'on peut en tirer ainsi que des constats et des recommandations visant à améliorer la collecte de données et l'élaboration de politiques.

La statistique principale pour la croissance sobre en carbone équivaut à la différence entre le produit intérieur brut et les émissions de GES, illustrée à la figure 1.1 selon un indice normalisé (taux de 2005 = 100). Si le Canada veut réduire ses émissions de manière importante sans ralentir la croissance économique, il lui faudra accentuer considérablement cette différence dans les prochaines décennies.

La figure 1.1 démontre qu'à l'échelle nationale, le Canada a décollé son PIB et ses émissions de GES, même si ces dernières n'ont pas beaucoup bougé depuis 2005. L'un des gros avantages de cette mesure est de permettre le suivi des progrès sur le plan du rendement économique, mettant ainsi en lumière des données contextuelles qui pourraient passer inaperçues si on ne regardait que les GES.

Mesure la plus courante de la croissance économique, le produit intérieur brut est étroitement lié à la qualité de vie et correspond à l'assiette fiscale dont le gouvernement dispose pour financer des programmes qui contribuent au bien-être. Il s'agit d'une mesure importante.

Toutefois, le PIB n'est pas pour autant un indicateur complet de la prospérité ou du bien-être. Il mesure la valeur totale des produits finis et des services produits par un pays pour une année donnée; il ne tient pas compte d'autres priorités comme l'emploi, la santé ou la nature. Certaines activités qui font croître le PIB découlent d'une grande perte de richesses ou de ressources naturelles, par exemple la reconstruction après un feu incontrôlé. Plutôt que d'ignorer le PIB, nous avons choisi de le compléter avec dix autres mesures présentées dans les sections suivantes.



1 CROISSANCE SOBRE EN CARBONE

La croissance économique est essentielle aux emplois et aux revenus qui contribuent au bien-être des citoyens ainsi qu'aux innovations et aux investissements nécessaires pour réduire les émissions de GES. Compte tenu de l'ambitieux objectif du Canada par rapport à ce dernier point, la croissance économique devra s'axer sur la diminution de l'intensité d'émission des sources existantes et la stimulation de nouvelles sources de croissance sobres en carbone³. Cette transition deviendra de plus en plus importante à mesure que baissera l'intensité d'émission du commerce et des investissements internationaux.

STATISTIQUE PRINCIPALE

Découplage du PIB et des GES

DÉCOUPLAGE RÉGIONAL

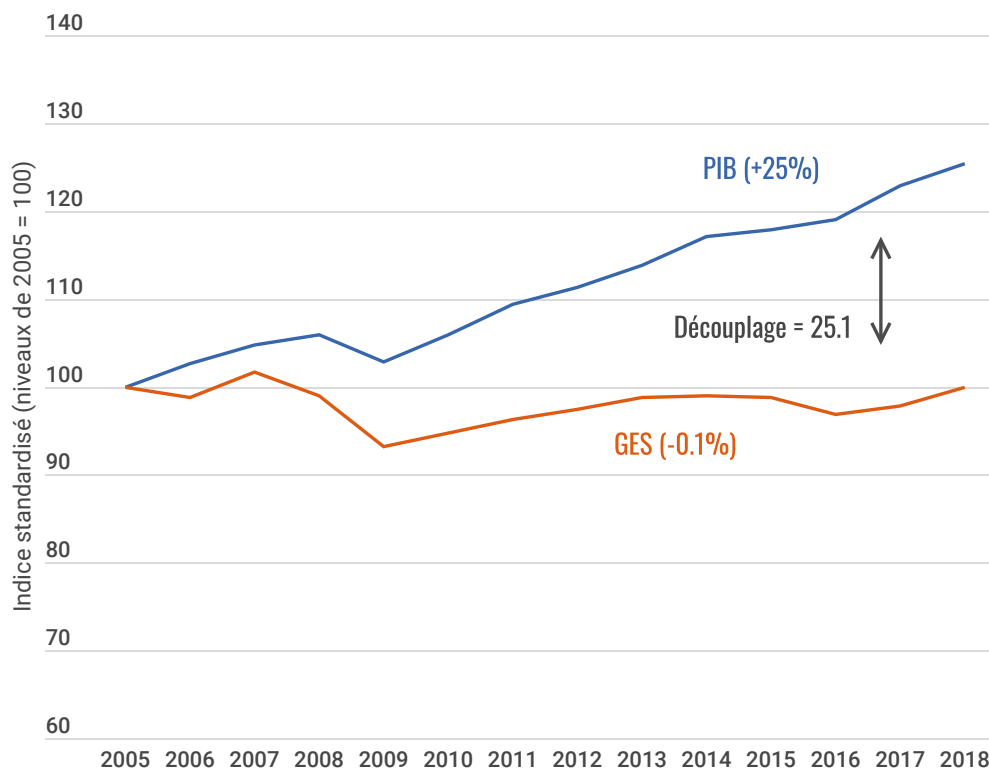
Les chiffres nationaux du découplage ne permettent pas de voir les différences marquées entre les provinces : par exemple, c'est l'Île-du-Prince-Édouard qui a enregistré le plus de progrès entre 2005 et 2018, suivie du Nouveau-Brunswick, de l'Ontario et de la

Nouvelle-Écosse (figure 1.2); Terre-Neuve-et-Labrador, la Saskatchewan, l'Alberta et le Manitoba sont celles qui ont le moins avancé, et la Colombie-Britannique et le Québec tombent entre les deux.

Il semblerait que les territoires aussi découplent graduellement leurs émissions de GES et leur PIB et améliorent la productivité de leurs émissions. Cependant, les données étant limitées, nous n'avons pas pu effectuer

FIGURE 1.1:

Découplage des GES et du PIB au Canada (indice)



Cette figure montre un indice normalisé des émissions de GES et du PIB du pays entre 2005 (année de base pour les cibles d'émissions du Canada) et 2018. Dans l'ensemble, on peut voir qu'il y a eu un découplage graduel au fil des ans : le PIB a augmenté de 25 % tandis que les émissions de GES sont restées relativement stables.

Sources : Calcul basé sur les données d'ECCE (2020) et de Statistique Canada (2019a). Nota : Le PIB est calculé selon les dépenses, en dollars constants de 2012.

Objectif : Croissance sobre en carbone

de comparaison directe avec les provinces (encadré 1.1).

Il faudra analyser les résultats de la figure 1.2 plus en profondeur pour en déterminer les moteurs, mais plusieurs tendances régionales se découpent déjà⁴:

- ▶ Les progrès substantiels de l'Île-du-Prince-Édouard, du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de l'Ontario sont multifactoriels. Notamment, des politiques ont permis d'améliorer l'efficacité énergétique, de réduire les émissions associées à la production d'électricité, de réduire l'enfouissement des déchets, de capter le méthane et de développer et d'adopter des technologies propres (Î. P. É., 2018; N. B., 2016; N. É., 2020). On note aussi des tendances économiques; par exemple, la Nouvelle-Écosse a réduit ses émissions de gaz à effet de serre entre 2005 et 2018 en fermant des sites d'exploitation de gaz naturel, des usines de pâte et de papier et une raffinerie de pétrole (REC, 2020a). En outre, plusieurs secteurs relativement sobres en carbone ont joué un rôle clé dans la croissance économique, comme l'exportation de homards, la construction résidentielle et les investissements publics dans les établissements de santé (Bundale, 2020; Statistique Canada, 2019a).
- ▶ La fermeture des centrales au charbon en 2014 a été le moteur principal des progrès considérables de l'Ontario (REC, 2020b), dont la croissance générale a aussi reposé sur des secteurs de services sobres en carbone, comme la haute technologie et l'immobilier.
- ▶ Plusieurs facteurs expliquent que Terre-Neuve-et-Labrador soit la province qui a enregistré le plus petit découplage. La croissance de son PIB, plutôt lente (7 %), s'est vue influencée lourdement par certains projets, notamment le projet hydroélectrique Muskrat Falls et l'exploitation de pétrole marin. Le secteur de la pêche a aussi subi un déclin important durant cette période. Les émissions de la province proviennent en grande partie du transport routier, de la production pétrolière et gazière et d'une centrale au pétrole (REC, 2020c).
- ▶ La Saskatchewan a aussi enregistré un découplage faible entre 2005 et 2018. Le quart du PIB de la

province dépend de la production pétrolière et gazière et de l'exploitation minière, et plus de 8 % de l'agriculture. La croissance de la Saskatchewan est donc liée à des secteurs à émissions relativement fortes (Sask., 2020). On note tout de même un peu de découplage, les émissions de GES croissant plus lentement que le PIB.

Si la mesure du découplage peut être indicative des progrès avec le temps, la comparaison de la productivité des émissions des différentes économies provinciales permet de voir à quel point une économie dépend des émissions de GES (c.-à-d. de combien le PIB augmente pour une quantité fixe d'émissions sur une période donnée). En 2018, le Québec s'est démarqué des autres provinces sur ce plan, suivi de l'Ontario, de la Colombie-Britannique et de Terre-Neuve-et-Labrador (tableau 1.1). La Saskatchewan et l'Alberta avaient les économies les plus dépendantes des émissions de GES, suivies du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse.

La production d'électricité joue un rôle majeur dans les résultats de cette mesure. Les provinces qui dépendent encore des centrales thermiques ou au charbon se classent généralement plus bas que celles où l'on trouve une grande proportion de centrales hydroélectriques ou nucléaires. Bien que la transition d'un mode de production d'électricité à un autre demande du temps, il s'agit d'un objectif réaliste pour 2050. La production pétrolière et gazière est aussi un facteur important, surtout en Saskatchewan et en Alberta. Les résultats du Manitoba sont intéressants : la province se classe au cinquième rang de la productivité, même si elle privilégie l'hydroélectricité. Le secteur du transport est devenu sa plus grande source d'émissions, enregistrant entre 2005 et 2018 une augmentation de 59 % pour les camions légers à essence (VUS et camionnettes) et de 97 % pour les véhicules lourds à moteur diesel. Les émissions agricoles de la province ont aussi connu une hausse, le taux de GES émis directement par les terres ayant gonflé de 63 % pendant cette période, probablement à cause du recours accru à l'engrais (ECCC, 2020).

Pour de nombreuses provinces, les résultats diffèrent énormément selon le paramètre mesuré. Par exemple,



ENCADRÉ 1.1

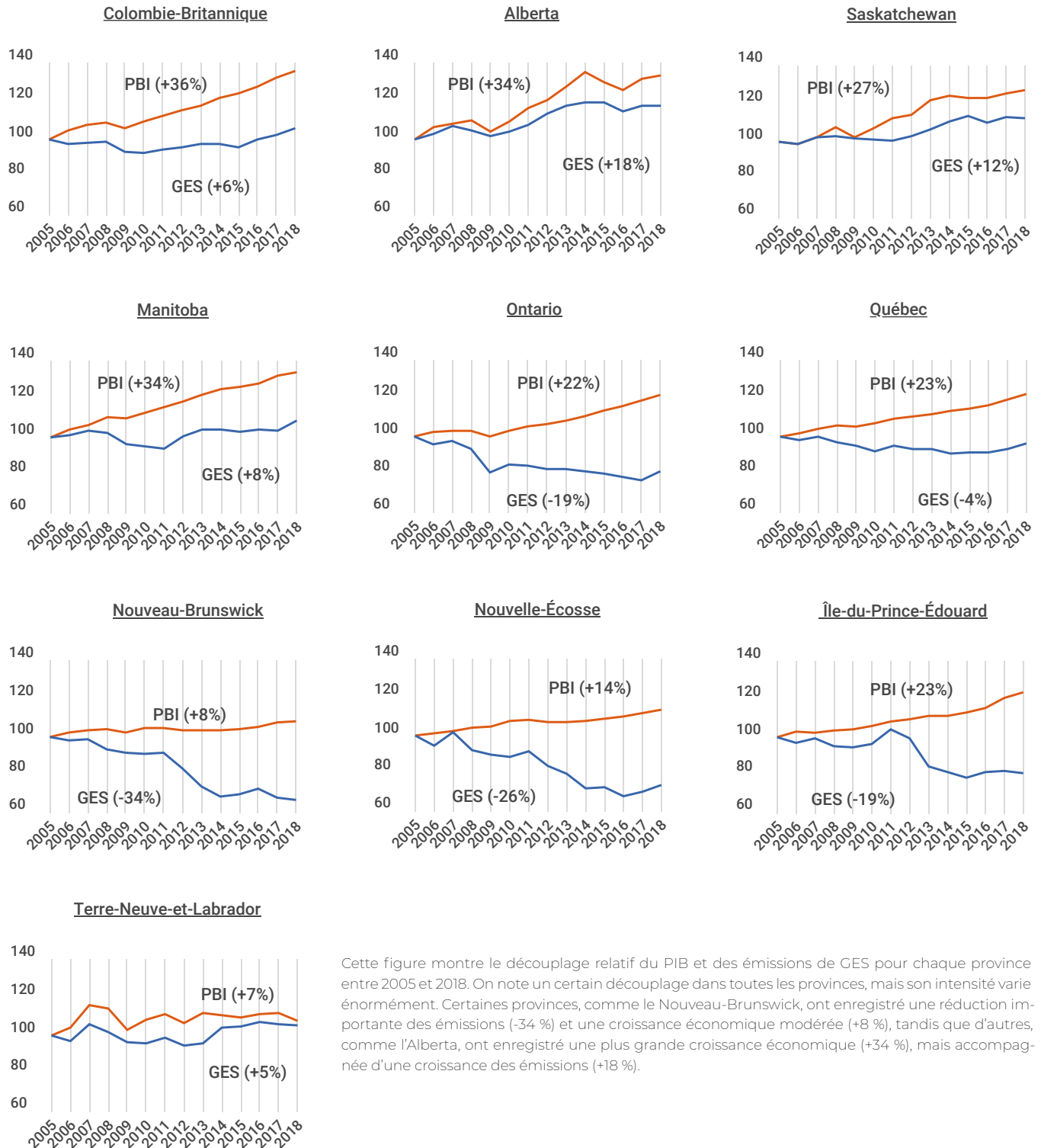
Mesure de la croissance sobre en carbone dans les territoires

Il est difficile de mesurer et de comparer les progrès des territoires (Yukon, Territoires du Nord-Ouest et Nunavut) en matière de croissance sobre en carbone. Par exemple, le gouvernement du Yukon estime que l'inventaire territorial sous-évalue les émissions de GES, car il ne tient pas entièrement compte des combustibles achetés ailleurs. Le Yukon réalise actuellement ses propres estimations, pour 2009 et après. Il est possible que les calculs pour les Territoires du Nord-Ouest et le Nunavut soient aussi inexacts. Si la différence est minime à l'échelle nationale, ces erreurs peuvent fausser considérablement les mesures de découplage des territoires et les analyses comparatives qui en découlent. C'est pourquoi nous avons omis ces données de la figure 1.2 et du tableau 1.1. Nous espérons toutefois pouvoir les inclure dans un rapport futur, lorsque les estimations seront plus justes.

Sources: OAG (2017); Government of Yukon (2020).

FIGURE 1.2:

Découplage provincial des émissions de GES et du PIB (2005 à 2018)

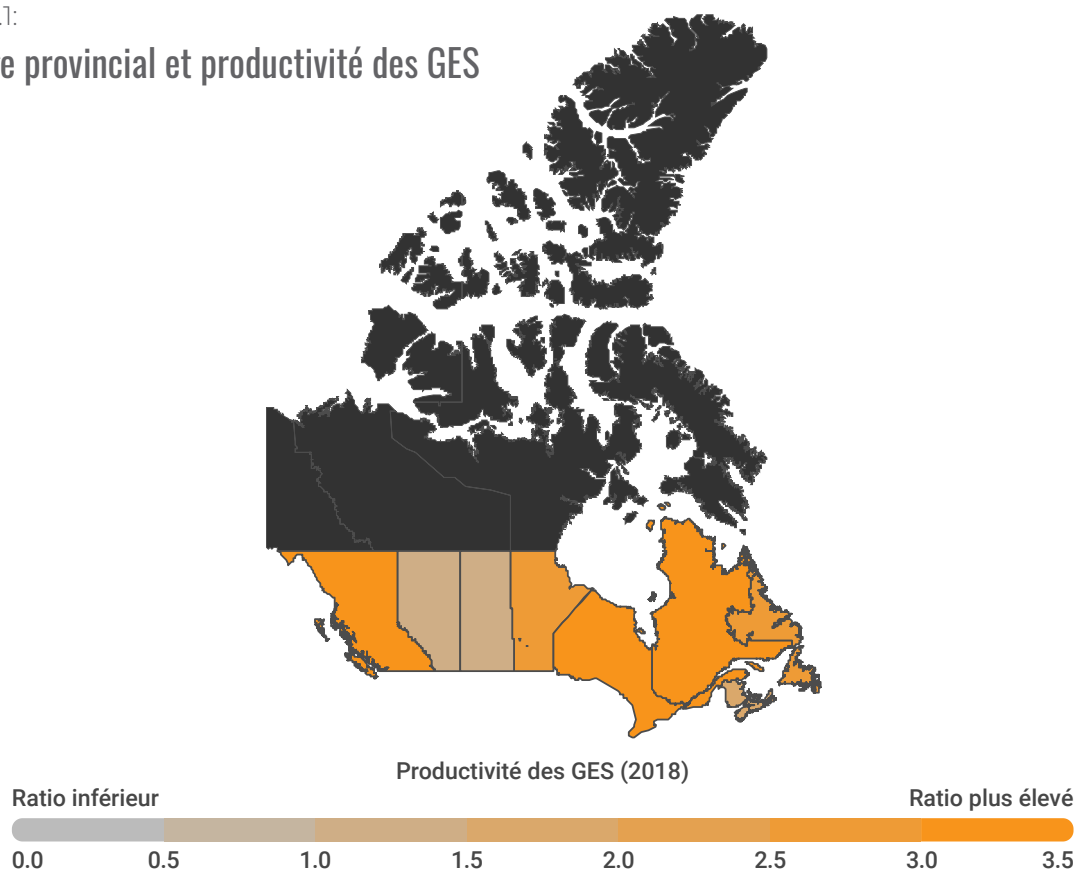


Cette figure montre le découplage relatif du PIB et des émissions de GES pour chaque province entre 2005 et 2018. On note un certain découplage dans toutes les provinces, mais son intensité varie énormément. Certaines provinces, comme le Nouveau-Brunswick, ont enregistré une réduction importante des émissions (-34 %) et une croissance économique modérée (+8 %), tandis que d'autres, comme l'Alberta, ont enregistré une plus grande croissance économique (+34 %), mais accompagnée d'une croissance des émissions (+18 %).

Sources : Calcul basé sur les données d'ECSC (2020) et de Statistique Canada (2019a). Nota : Le PIB est calculé selon les dépenses, en dollars constants de 2012.

TABLEAU 1.1:

Découplage provincial et productivité des GES



Province/territoire	Découplage des émissions de GES et du PIB (2005 à 2018)			Productivité des GES (2018) (PIB/éq. CO ₂)
	PIB	GES	Score de découplage	Ratio
Colombie-Britannique	35,8 %	5,6 %	30,2	3,13
Alberta	33,6 %	17,5 %	16,1	1,12
Saskatchewan	26,7 %	12,3 %	14,4	1,0
Manitoba	34,0 %	8,3 %	25,7	2,50
Ontario	21,5 %	-18,8 %	40,3	3,15
Québec	22,5 %	-4,1 %	26,6	3,75
Nouveau-Brunswick	8,1 %	-33,6 %	41,7	1,54
Québec	13,5 %	-26,4 %	39,9	1,54
Île-du-Prince-Édouard	23,3 %	-19,4 %	42,7	2,46
Terre-Neuve-et-Labrador	7,4 %	5,3 %	2,1	2,89
Canada	+25,3 %	-0,1 %	25,4	2,82

Ce tableau présente le score de découplage des provinces, lequel équivaut à la différence entre le taux de croissance du PIB et celui des émissions de GES (ex. pour l'Ontario : +21,5 % PIB – (-18,8 % GES) = 40,3). Le tableau comprend aussi un score de productivité des GES pour chaque province, qui équivaut au quotient du PIB provincial par les émissions de CO₂. Plus le score de productivité est élevé, moins le PIB d'une province dépend des émissions de GES.

Sources : Calcul basé sur les données d'ECCC (2020) et de Statistique Canada (2019a).

Objectif : Croissance sobre en carbone

Le Québec a l'une des économies les plus sobres en carbone du pays, mais n'a pas autant progressé que d'autres provinces sur le plan du découplage depuis 2005, en grande partie parce que les émissions associées au transport y ont augmenté. Inversement, les trois provinces atlantiques (Île-du-Prince-Édouard, Nouveau-Brunswick et Nouvelle-Écosse) ont fait un gros travail de découplage, mais leurs économies demeurent plutôt fortes en émissions.

Certaines des différences entre les provinces sont attribuables à la structure de leurs économies. Prenons une étude de 2017 qui comparait les émissions des provinces selon deux mesures : la mesure traditionnelle axée sur la production, et une mesure axée sur la consommation de produits et services (Dobson *et al.*, 2017). Cette deuxième mesure donnait une répartition plus égale des émissions entre les provinces canadiennes, faisant augmenter les émissions de provinces comme l'Ontario, le Québec et la Colombie-Britannique qui consomment des produits fabriqués ailleurs au pays. Toutefois, même avec cette approche axée sur la consommation, les émissions par habitant de l'Alberta et de la Saskatchewan demeuraient les plus élevées.

POSITION À L'INTERNATIONAL

La mesure de productivité des GES utilisée plus haut peut aussi servir à comparer la croissance sobre en carbone du Canada à celle des autres pays et ainsi à déterminer la corrélation entre l'activité économique et les émissions de CO₂ engendrées par la production d'énergie⁵. La productivité du CO₂ associée à la *production* est présentée séparément de celle associée à la *consommation* afin d'éviter tout biais défavorable aux pays producteurs. Le premier classement affiche les émissions associées à la production de produits et de services d'un pays, tandis que le second se penche sur celles découlant de la consommation. Dans les deux cas, plus le score est élevé, plus l'économie est sobre en carbone (c.-à-d. une activité économique élevée pour des émissions moindres).

La figure 1.3 démontre que l'économie du Canada

dépend davantage des émissions de GES que celle des autres pays développés. Tant sur le plan de la production que sur celui de la consommation, le Canada enregistre un score de productivité du CO₂ inférieur. Selon ces deux mesures, nous générons de plus fortes émissions que la plupart des pays développés. Toutefois, la différence entre les meilleurs et les pires pays est plus marquée dans le classement axé sur la production que dans celui axé sur la consommation.

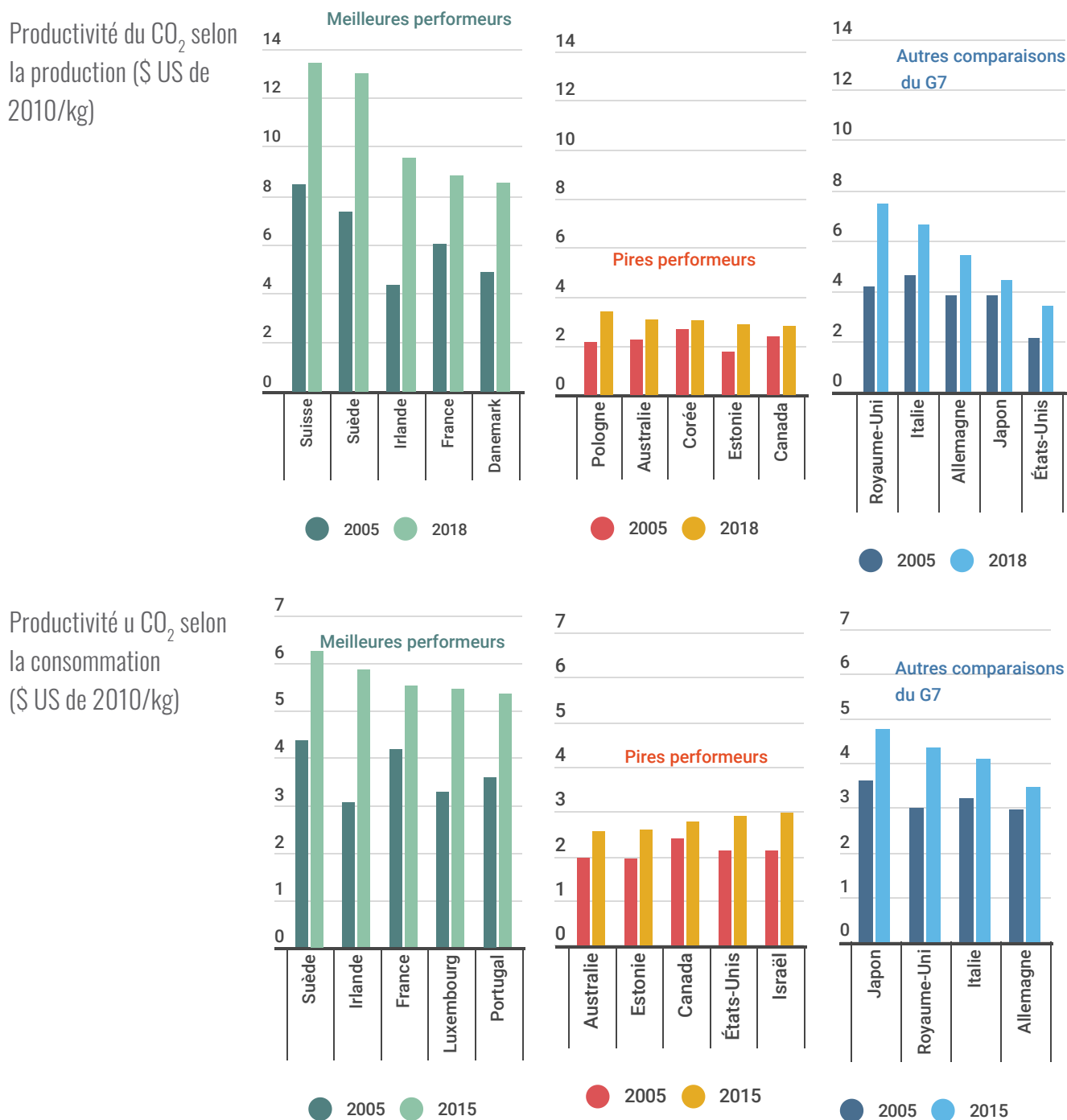
Les principaux facteurs qui différencient les pays en tête et en queue du classement sont la production d'électricité et la structure économique. Les pays qui ont un bon score de productivité du CO₂ ont tendance à utiliser de l'énergie nucléaire ou renouvelable pour s'approvisionner en électricité, tandis que les autres misent davantage sur le charbon ou le pétrole de schiste, ou exploitent fortement des industries gourmandes en énergie ou des secteurs miniers (AIE, 2019; FEM, 2019). Le climat et la densité de population peuvent aussi affecter le classement.

Le Canada a progressé plus lentement que certains de ses pairs. La productivité du CO₂ s'y est améliorée depuis 2005, mais pas autant que celle d'autres pays (OCDE, 2020). Par ailleurs, si la relocalisation des usines dans les pays émergents a amélioré le classement de production des grandes économies, ces dernières ont aussi rehaussé leur productivité du CO₂ sur le plan de la consommation, réduisant l'intensité d'émission de leur consommation intérieure. Si certains facteurs associés à la productivité du CO₂, comme le climat, la densité de population et même la structure économique, peuvent être difficiles à modifier, surtout à court terme, d'autres dépendent largement des politiques publiques.

Par exemple, la Suède est en tête du découplage de la croissance économique et des émissions de gaz à effet de serre. Évidemment, les circonstances varient d'un pays à l'autre, mais le Canada peut tirer des leçons de certaines stratégies utilisées en Suède. Le pays scandinave a réduit ses émissions en misant sur les sources d'électricité sobres en carbone, comme l'énergie nucléaire, hydroélectrique et bioénergétique, et en élargissant considérablement un réseau de chauffage urbain à base de déchets

FIGURE 1.3:

Productivité du CO₂ dans certains pays membres de l'OCDE, 2005 et année la plus récente



Cette figure montre la productivité du CO₂ dans certains pays développés membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). La productivité du CO₂ selon la production équivaut à la valeur totale de production économique d'un pays (le PIB) divisée par les émissions associées à la production de produits et de services dans ce même pays; la productivité du CO₂ selon la consommation équivaut au PIB du pays divisé par le total d'émissions associées à la consommation de produits et de services dans le pays. Bien que les différences soient moins prononcées du point de vue de la consommation, le Canada se place en queue des deux classements et progresse plus lentement que les autres pays.

Sources : Statistiques de l'OCDE (2020).

Objectif : Croissance sobre en carbone

ménagers et de déchets de bois. Ces deux éléments revêtent une importance plus nationale qu'internationale, ce qui a potentiellement limité la croissance économique du pays. La Suède a d'abord canalisé ses efforts dans les marchés intérieurs de l'électricité et du chauffage, ne se penchant sur les industries à fortes émissions qu'après la création du Système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne (Schiebe, 2019). Parallèlement, le pays encourageait les sources de croissance économique sobres en carbone en investissant massivement en recherche et développement dans le secteur des technologies propres (CTG, 2017).

LEÇONS À TIRER DES DONNÉES SUR LE DÉCOUPLAGE

Les données présentées mettent en lumière trois grands objectifs pour stimuler la croissance sobre en carbone :

- 1. Réduire l'intensité d'émission des sources de croissance existantes.**
- 2. Rediriger les ressources des activités économiques à fortes émissions vers des activités à faibles émissions.**
- 3. Accélérer la création et la croissance d'entreprises à faibles émissions.**

De multiples facteurs guident ces trois objectifs, qui impliquent tous un travail pluridécennal. La vitesse du développement et de l'adoption des technologies, l'offre canadienne de produits et de services résilients et sobres en carbone et les investissements dans l'infrastructure seront décisifs dans la progression du pays (voir les indicateurs 3,4,5 et 6.). Les connexions avec d'autres objectifs, comme la création d'emplois, l'accessibilité financière, la santé des écosystèmes et les droits autochtones et la réconciliation, joueront aussi un rôle dans la croissance sobre en carbone.

De plus, des facteurs externes influenceront aussi sur la capacité du Canada à découpler ses émissions et son économie. Les tendances des marchés mondiaux et

nationaux peuvent influencer les investissements, créer de nouvelles occasions d'affaires, et au fil du temps, modifier les structures économiques. Par exemple, le secteur pétrolier du Canada est menacé à long terme par les fluctuations et l'incertitude entourant les prix et la demande, ainsi que par les politiques internationales visant à réduire les émissions (Leach, 2020; Schumpeter, 2020; BP, 2020). Ainsi, le secteur pourrait être naturellement amené à investir dans le gaz naturel ou de nouvelles occasions d'affaires en lien avec l'hydrogène à faibles émissions ou l'énergie géothermique.

Notons aussi que certaines occasions de croissance propre ne concerneront pas *uniquement* des activités à faibles émissions. Par exemple, le secteur minier pourrait bénéficier d'une hausse de la demande en minéraux et en métaux utilisés dans les véhicules électriques, les infrastructures d'énergie renouvelables et les batteries. Les sociétés minières canadiennes sont déjà très présentes sur la scène internationale, et le pays possède d'importants dépôts de ces minéraux et métaux (BIRD et GBM, 2017). Des portes pourraient aussi s'ouvrir dans le secteur agricole à mesure que croît la demande de substituts de viande végétaux, laquelle augmente d'en moyenne 8 % par année depuis 2010. Le Canada est déjà le plus grand producteur mondial de pois secs et de lentilles (CNRC, 2019). Pour découpler ses émissions et sa croissance, le pays pourrait notamment chercher à réduire ses émissions dans les secteurs ayant un fort potentiel de croissance. Par exemple, une stratégie de croissance axée sur le gaz naturel, l'agriculture et la production minière doit *aussi* être accompagnée d'un plan pour réduire considérablement les émissions engendrées par ces activités.

DONNÉES MANQUANTES

Bien que les données sur l'économie du Canada et les émissions de gaz à effet de serre soient abondantes, elles font rarement le lien entre les deux. Les chercheurs ont entre autres de la difficulté à comparer le découplage à l'échelle sectorielle, car les secteurs ne sont pas divisés de la même façon dans les données sur le PIB et

celles sur les GES.

Statistique Canada a établi un compte de flux physique pour les données sectorielles des GES suivant le modèle du Système de comptabilité économique et environnementale de l'Organisation des Nations Unies (ONU) afin de permettre la comparaison avec les données correspondantes sur le PIB (Statistique Canada, 2020). Toutefois, le maintien de ce compte est chronophage, et il existe des différences importantes entre les données de Statistique Canada et celles de l'inventaire officiel canadien des gaz à effet de serre produit par Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) selon les normes de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (ECCC, 2020). En 2017, les estimations d'émissions différaient de plus de 44 Mt. Afin de pouvoir approfondir l'analyse des rapports entre les émissions de GES et la croissance économique, les chercheurs ont besoin d'un accès facile à des données sur les GES qui correspondent au Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) utilisé par les organismes statistiques du Canada, du Mexique et des États-Unis.

Comme mentionné dans l'encadré 1.1, les données de l'inventaire national sur les émissions territoriales pourraient être inexactes, car elles ne tiennent pas compte des carburants achetés ailleurs. Dans l'idéal, ECCC et les gouvernements des territoires devraient travailler ensemble à rectifier la situation pour que les territoires puissent être comparés avec les provinces.



2 RÉSILIENCE ÉCONOMIQUE

De l'élévation du niveau de la mer à la multiplication et à l'aggravation des feux incontrôlés et des inondations, les répercussions physiques des changements climatiques engendrent des coûts qui ne peuvent qu'augmenter. Le PIB ne permet pas d'illustrer toutes les conséquences économiques de cette augmentation, mais la prospérité du Canada risque de s'en trouver affectée à long terme. La croissance propre dépendra donc de notre capacité à éviter ou à réduire ces coûts en améliorant notre résilience et en nous adaptant aux changements. La portée et la cadence de ces efforts seront dictées par les politiques gouvernementales; aussi nous faudra-t-il surveiller et comprendre les implications et les coûts des changements climatiques pour que les dirigeants puissent prendre des décisions éclairées et que les secteurs public et privé soient à même de se préparer et d'investir dans des mesures d'adaptation efficaces⁶.

STATISTIQUE PRINCIPALE

Fréquence et coûts des catastrophes naturelles dues aux changements climatiques

Dans l'idéal, le Canada surveillerait l'augmentation des coûts associés aux changements climatiques, comme les événements météorologiques extrêmes et les changements à action lente. La croissance propre implique de limiter cette hausse. À l'échelle nationale, la Base de données canadienne sur les catastrophes (gérée par Sécurité publique Canada) comprend des chiffres précieux sur les événements météorologiques extrêmes, notamment la fréquence annuelle et les coûts approximatifs des catastrophes naturelles (figure 2.1).

La figure 2.1 montre la fréquence des catastrophes naturelles et les coûts associés à ces dernières pour la période de 2000 à 2016. Malgré les fluctuations dans la fréquence, les coûts absolus des inondations et des feux incontrôlés ont augmenté au fil des ans, comme en témoignent les deux catastrophes naturelles les plus dispendieuses des 20 dernières années pour le Canada : les inondations de 2013 en Alberta et à Toronto et les feux de forêt de 2016 à Fort McMurray.

COÛTS POUR LE SECTEUR PUBLIC

Les catastrophes naturelles siphonnent de plus en plus les fonds publics, suscitant des questionnements quant à la capacité fiscale des gouvernements du monde entier à faire face aux changements climatiques. Si la

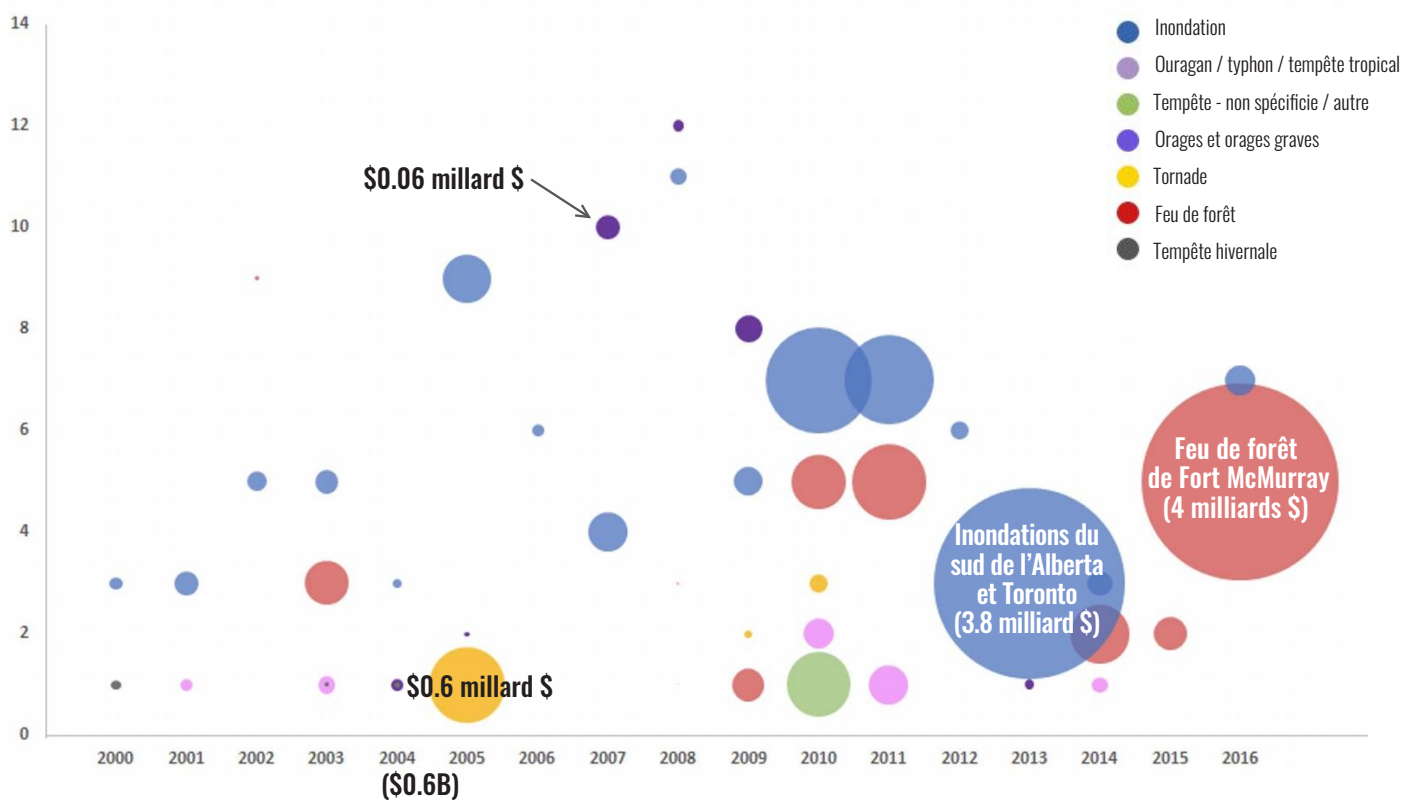
tendance se maintient, les dirigeants n'auront d'autre choix que de réduire les dépenses ailleurs ou d'augmenter les impôts.

Au Canada, le gouvernement fédéral verse une aide après sinistre aux provinces en vertu des Accords d'aide financière en cas de catastrophe (AAFCC). Le montant annuel moyen de ce mécanisme de soutien, qui s'élevait à 10 millions (dollars constants) pour la période de 1970 à 1995, a atteint 360 millions pour la période de 2011 à 2016 (SPC, 2017). À l'exercice financier 2018-2019, les AAFCC ont enregistré une augmentation de 492 millions de dollars des charges à payer (SPC, 2019). Environ les trois quarts des fonds d'aide après sinistre sont utilisés pour des inondations. Le Programme d'aide à la gestion des urgences pour les communautés autochtones a aussi gagné en importance depuis 2005, ayant versé plus de 150 millions de dollars en indemnités à l'exercice 2018-2019 (SAC, 2019).

Par ailleurs, de nombreuses provinces et municipalités ont également dû déboursier davantage en gestion des catastrophes, mais le montant des dépenses varie selon le type et la gravité des événements et les programmes d'aide (Henstra et Thistlethwaite, 2017). Par exemple, chaque province offre une indemnité différente aux propriétaires après une catastrophe naturelle (Bryan-Baynes, 2019). En outre, les municipalités doivent parfois assumer des coûts élevés pour réparer ou rebâtir des

FIGURE 2.1:

Fréquence annuelle et coût approximatif des catastrophes selon le type, Canada, 2000 à 2016 (sélection de catastrophes naturelles, dollars canadiens constants)



Cette figure montre la fréquence annuelle des catastrophes climatiques pour la période de 2000 à 2016 ainsi que les coûts associés à chaque catégorie d'événements. Les types de catastrophes sont représentés par les couleurs (voir la légende), et la taille des bulles est proportionnelle au coût total des événements. Ce sont les inondations du sud de l'Alberta et de Toronto (2013) ainsi que les feux de forêt de Fort McMurray (2016) qui ont engendré le plus de coûts durant cette période. Les données doivent être interprétées avec prudence, car les entrées de la Base de données canadienne sur les catastrophes proviennent directement des gouvernements municipaux et provinciaux et ne sont donc pas uniformes (voir la section Données manquantes). Les événements pour lesquels aucun coût n'a été rapporté ont été inclus dans les bulles de leur catégorie, lorsque d'autres événements avaient un coût consigné pour la même année. Par exemple, bien qu'il y ait eu cinq feux incontrôlés en 2016, seuls les coûts associés aux feux de forêt de Fort McMurray sont représentés ici. En 2012, il y a eu 10 feux incontrôlés, mais ils sont omis de la figure parce que le coût n'a été rapporté pour aucun d'entre eux. En outre, la Base de données ne répertorie que les événements qui répondent à l'un des critères suivants : au moins 10 morts; au moins 100 personnes affectées; demande d'aide nationale ou internationale; pertinence historique; ou conséquences assez graves pour que la communauté affectée ne puisse pas se relever par elle-même.

Source : SPC (2020).

infrastructures municipales ou couvrir les heures supplémentaires du personnel et des entrepreneurs. Notamment, à la fin de l'année 2019, le gouvernement du Québec avait remis 211 millions de dollars en indemnités à la moitié des victimes des inondations du printemps 2019, ce qui sous-entend que le montant pourrait encore doubler (Maratta, 2019). Pour ce même événement, la ville de Montréal a dû déboursier 17 millions de dollars en réparations et en services d'urgence (Oduro, 2020).

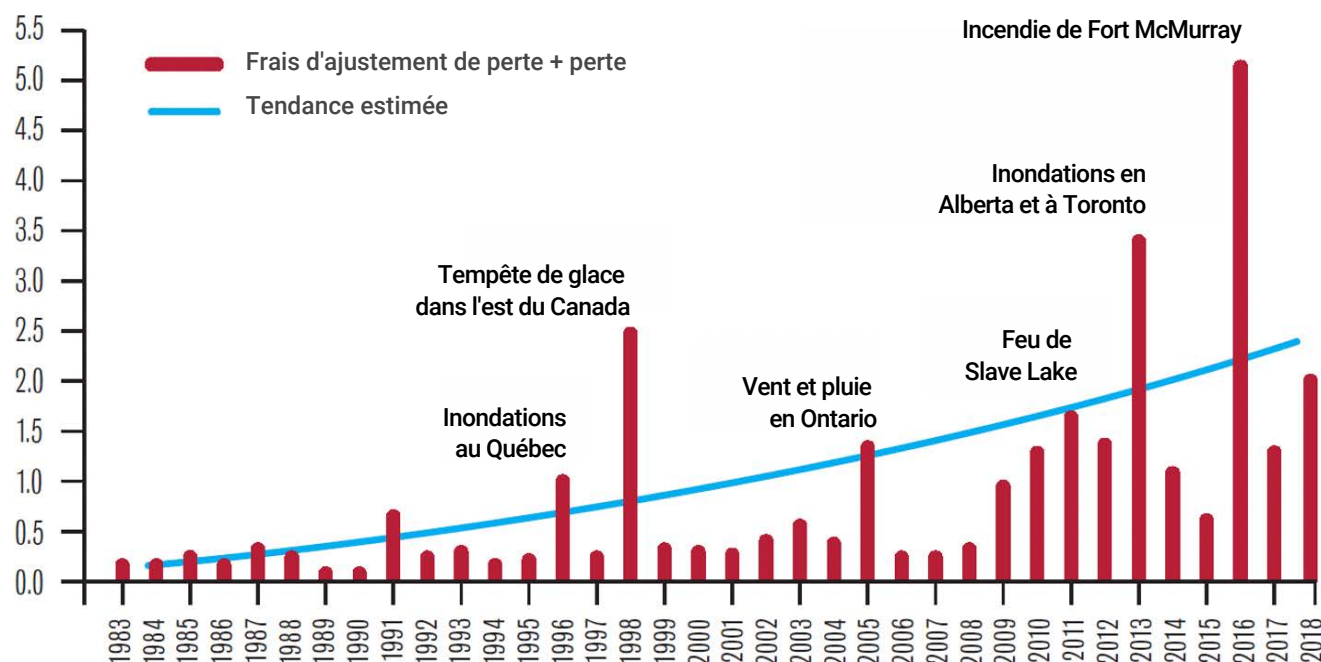
COÛTS POUR LE SECTEUR PRIVÉ

Les pertes assurées constituent un bon indicateur des coûts des catastrophes météorologiques pour le secteur privé. À la figure 2.2, on note une tendance à l'augmentation de ces pertes dans les dernières décennies, principalement à cause des inondations et des feux incon-

trôlés. L'assurance habitation en cas d'inondation de surface a fait son apparition chez certaines compagnies d'assurance en 2015, mais de nombreux domiciles canadiens à risque ne sont toujours pas couverts (OCDE, 2019). En 2013, des inondations dans le sud de l'Alberta ont entraîné 6 milliards de dollars en pertes, dont seul 1,7 milliard était assuré (Meckbach, 2018).

Il sera de plus en plus important de surveiller ces tendances à mesure que les événements climatiques extrêmes deviendront plus fréquents et graves. Les compagnies d'assurances devant déboursier de plus en plus, elles se verront peut-être obligées de refuser les clients de zones à risque ou d'augmenter leurs primes au-delà du raisonnable. C'est pourquoi les assureurs et les gouvernements explorent diverses options pour changer l'approche de gestion des propriétés à risque élevé (BAC, 2019).

FIGURE 2.2:
Pertes assurées suite à une catastrophe, Canada (1983 à 2018)



Cette figure montre le total des pertes assurées au privé engendrées par des événements climatiques survenus entre 1983 et 2018. On remarque une tendance générale à l'augmentation.

Source : Centre Intact (2020). Nota : Tous les montants ont été convertis en dollars canadiens constants de 2018 et uniformisés selon le capital par habitant.

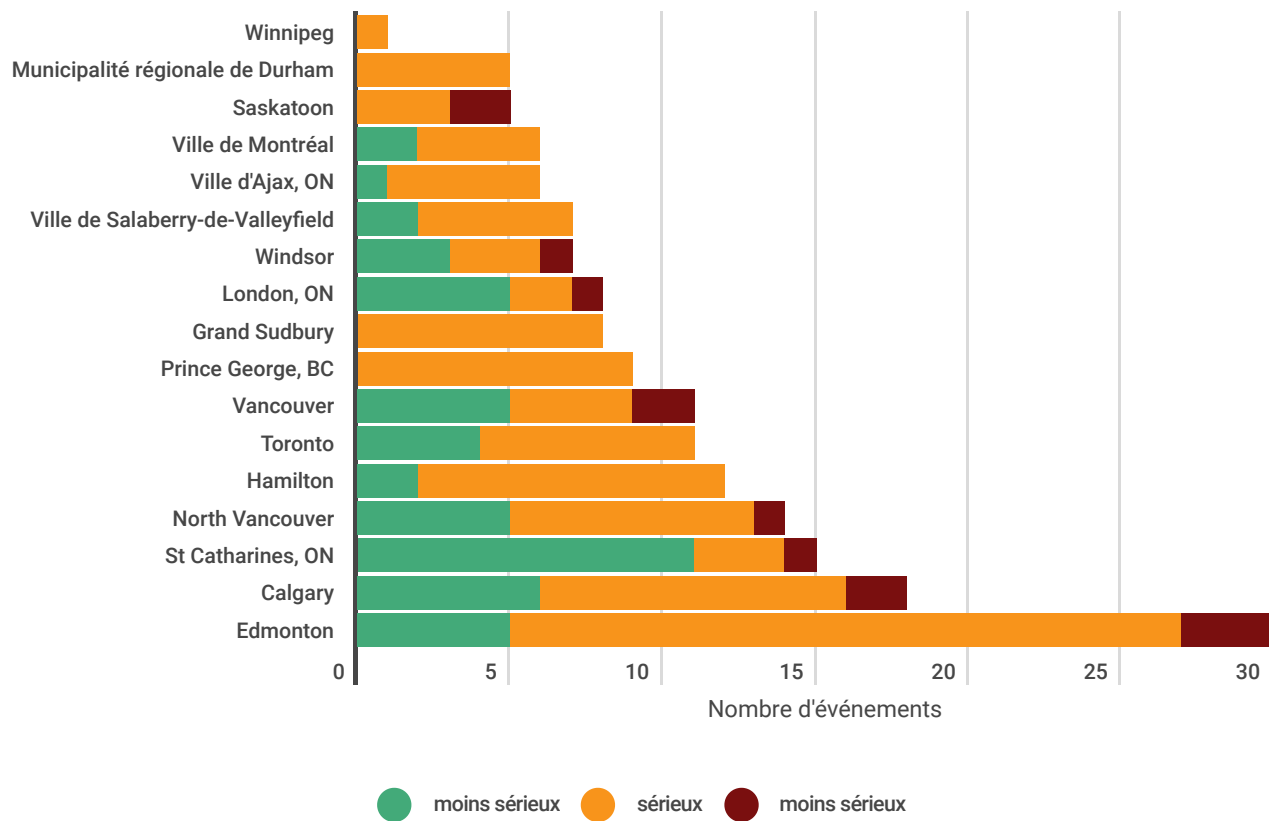
COÛTS FUTURS

Pour réduire les coûts et les dommages futurs, les politiques doivent être basées sur une évaluation des risques climatiques. En effet, une meilleure compréhension de ces risques aiderait les communautés à prévenir les dommages et à se relever plus vite et plus fort, surtout sur les territoires éloignés, autochtones et autres, où les ressources et l'aide sont déjà limitées.

Beaucoup de municipalités travaillent déjà en ce sens. Par exemple, en 2018, l'organisation américaine CDP a recueilli les données de 620 villes du monde sur les risques climatiques qu'elles anticipaient. L'étude comprenait plusieurs villes canadiennes (figure 2.3), qui

ont signalé des risques « extrêmement importants » – inondations, ondes de tempête, feux incontrôlés et sécheresses – et des risques « importants » – vagues de chaleur, tempêtes, cycles de gel et de dégel, organismes nuisibles et maladies à vecteur (CDP, 2018). Les données sont toutefois partielles et incomplètes : beaucoup de municipalités sous-estiment leurs risques, ce qui est probablement dû à un manque d'évaluations exhaustives. Si Edmonton et Calgary signalent davantage de risques climatiques que les autres villes, c'est surtout parce qu'elles font un meilleur travail d'évaluation, pas parce que les risques y sont plus élevés.

FIGURE 2.3:
Risques climatiques estimés par les municipalités



Cette figure montre le nombre d'événements climatiques anticipés par les municipalités et le niveau de risque associé à ceux-ci. Ces chiffres sont indicateurs du travail et de la capacité d'évaluation des municipalités plus que des risques réels. Le CDP fait remarquer que beaucoup de villes sous-estiment leurs risques, surtout à long terme. Il n'est donc pas donné qu'Edmonton, par exemple, soit particulièrement plus à risque que Montréal.

Source : CDP (2018).

LACUNES DU COÛT DES CATASTROPHES NATURELLES COMME INDICATEUR

Si le coût des catastrophes naturelles est un bon indicateur des conséquences économiques croissantes des changements climatiques, il présente des lacunes évidentes en tant que mesure du progrès vers la résilience économique :

1. Le coût des catastrophes naturelles est inférieur au coût réel des changements climatiques. Les événements extrêmes sont loin d'être la seule conséquence des changements climatiques. Ainsi, le coût des catastrophes est nettement inférieur au coût total. Les coûts associés aux effets dominos, aux répercussions à long terme et aux changements à action lente dépassent largement ceux engendrés par les événements eux-mêmes. Afin

d'avoir un portrait complet des coûts, il nous faudra surveiller diverses conséquences, notamment la baisse de la productivité agricole, la baisse de la productivité des travailleurs avec la chaleur, les dommages aux bâtiments causés par la fonte du pergélisol dans le Nord, l'expansion et la propagation d'espèces d'insectes ravageurs dans les forêts et les risques croissants pour la santé que posent les vagues de chaleur et la maladie de Lyme.

2. Plusieurs facteurs influent sur les catastrophes naturelles. Certaines peuvent être attribuées, du moins en partie, aux changements climatiques (encadré 2.1), qui augmentent la probabilité, la fréquence et l'intensité des événements extrêmes

ENCADRÉ 2.1

Attribution des événements extrêmes aux changements climatiques

Un nouveau courant de recherche scientifique sur le climat se penche sur les causes des catastrophes naturelles, évaluant la mesure dans laquelle la probabilité ou l'intensité d'un événement extrême sont influencées par l'augmentation des GES dans l'atmosphère.

Par exemple, en 2017, une étude de Teufel *et al.* sur les inondations de 2013 en Alberta a démontré que les changements climatiques avaient accru les risques de pluies torrentielles dans la région, mais que le ruissellement nival qui avait contribué aux inondations n'était pas dû à des changements climatiques d'origine humaine. Dans la même veine, des études sur les feux de forêt de 2016 à Fort McMurray ont révélé que les changements climatiques avaient fait augmenter les risques de feux incontrôlés et prolongé la saison des feux dans la région.

Sources : Tett *et al.* (2018); Kirchmeier-Young (2017); ECCCC (2019)



Objectif : Résilience économique

à différents degrés à travers le pays (ECCC, 2019). Toutefois, d'autres facteurs ont une incidence sur les pertes dues aux sinistres. Par exemple, le coût des inondations et des feux est alourdi par la construction de nouveaux lotissements dans les zones à risque, l'ajout de surfaces imperméables, la perte des milieux humides, le vieillissement des infrastructures, le choix des méthodes de construction et la hausse des valeurs de propriétés (Centre Intact, 2020). Dans l'avenir, il pourrait devenir plus difficile d'attribuer un événement précis aux changements climatiques, mais il n'en demeure pas moins qu'il est essentiel d'améliorer notre capacité de résilience aux catastrophes naturelles.

3. Le coût des catastrophes naturelles ne tient pas pleinement compte de leur effet sur la croissance économique. Il ne suffit pas d'additionner les dépenses engendrées par un événement pour en mesurer les conséquences économiques. Cependant, la mesure classique de la croissance économique – le produit intérieur brut – n'est pas parfaite. D'abord, les efforts de reconstruction font généralement croître le PIB, car ils stimulent l'activité économique. Ensuite, cette mesure ne tient pas compte des pertes de richesses ou de biens, comme la diminution de la valeur des propriétés (Antunes et Bernard, 2016). Elle ne reflète pas non plus les occasions perdues lorsqu'un gouvernement

ENCADRÉ 2.2:

Répercussions économiques des feux de Fort McMurray

Les feux qui ont touché Fort McMurray en 2016 ont engendré plus de 5 milliards de dollars en pertes assurées. On estime aussi la perte en revenus de la production de pétrole à 1,4 milliard. Ensemble, les gouvernements fédéral, provincial et municipal ont consacré 615 millions de dollars à la reconstruction, et la Croix-Rouge canadienne a fourni 319 millions de plus. Selon une étude de 2017, si on tient compte des répercussions sur la santé mentale et l'environnement, le coût total des feux s'est élevé à près de 9 milliards de dollars. Malgré tout cela, l'incidence nette de l'événement sur le PIB de l'Alberta en 2016 n'est estimée qu'à 0,1 % (465 millions).

Sources : Adriano (2017); MacEwan University (2017); Antunes & Bernard (2016); Conference Board of Canada (2016).

doit gérer un sinistre en détournant des fonds qui auraient pu être injectés dans d'autres services publics. Les estimations globales du PIB, provinciales ou nationales, peuvent aussi passer à côté de conséquences importantes à l'échelle locale. Par exemple, les feux de Fort McMurray n'ont réduit le PIB de l'Alberta que de 0,1 % en 2016 (encadré 2.2). Pour avoir un portrait plus complet des répercussions économiques, il faudrait observer plusieurs types de coûts à différentes échelles et analyser les conséquences des événements sur les entreprises et les ménages au fil du temps.

4. Le coût des catastrophes naturelles ne tient pas compte de l'amélioration de la résilience économique.

Les fluctuations des coûts associés aux changements climatiques au fil des ans reflètent à *la fois* l'augmentation des risques liés aux changements climatiques (exposition) et le degré de préparation et d'adaptation des trois ordres de gouvernement canadiens, des entreprises et des ménages à ces risques. Ainsi, il est difficile de choisir un indicateur pour mesurer les progrès en matière de résilience économique. En effet, les coûts pourraient augmenter parce que nous étudierons davantage de risques et que les catastrophes se feront plus graves et plus fréquentes, mais cela ne signifierait pas que le travail d'adaptation ne porte pas de fruits. Pour évaluer l'efficacité de nos efforts, il nous faudra comparer les coûts réels à une projection des coûts en l'absence d'intervention. Mais pour avoir un tel point de référence, il est essentiel d'analyser les coûts futurs associés à divers scénarios climatiques.

DONNÉES MANQUANTES

L'absence de certaines données importantes mine notre capacité à comprendre les coûts passés et futurs (anticipés) associés aux changements climatiques.

Les données de la Base de données canadienne sur les catastrophes ne sont pas suffisamment homogènes ou

complètes pour permettre de suivre l'évolution des coûts. L'information sur ceux-ci n'est ni uniformisée ni subdivisée, ce qui limite la capacité des chercheurs à effectuer des analyses pour cerner les interventions les plus pressantes. Dans bien des cas, certains types de coûts (ex. : biens des ménages) sont manquants ou omis. De plus, certains événements ne sont pas signalés du tout, surtout dans les communautés autochtones, de petite taille ou du Nord mal outillées pour le faire. Qui plus est, la Base de données ne répertorie que les sinistres et ne tient pas compte des coûts associés aux changements climatiques à action lente, lesquels s'évaluent au moyen de données et d'outils d'analyse très différents.

Par ailleurs, malgré leur importance capitale dans la prise de décisions concernant les mesures d'adaptation des secteurs public et privé, les évaluations des risques associés aux changements climatiques se font rares. Ces évaluations, basées sur les données passées et les scénarios climatiques futurs, visent à aider gouvernements, propriétaires, entreprises, assureurs et prêteurs à comprendre les risques principaux auxquels ils pourraient être confrontés et à s'adapter en conséquence. Cette compréhension des risques passés et actuels s'acquiert au moyen d'analyses des données sur les sinistres passés et d'outils comme une carte des zones exposées aux inondations (Minano *et al.*, 2019).

Cependant, les données sur les catastrophes passées sont inégales, et la cartographie des risques actuels au Canada est très disparate, non exhaustive ou carrément inexistante. La cartographie des risques futurs est encore moins bonne, par manque d'une part de points de référence et d'autre part d'études sur la portée et les coûts des répercussions climatiques à venir. Afin de réduire ces coûts, tous les ordres de gouvernement devront investir davantage dans la compréhension des risques.

Par ailleurs, l'évaluation des risques climatiques à action lente pose elle aussi problème, car elle demande une évaluation plus complète et systématique des répercussions possibles des scénarios futurs sur les différents secteurs de l'économie.



3 DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES

Le développement des technologies sera essentiel à la lutte contre les changements climatiques et à la croissance économique à long terme. Lorsqu'une entreprise canadienne innove ou améliore une technologie existante (ex. : carburant, matériau ou logiciel novateurs), elle rend plus attrayante et abordable l'adoption des technologies (indicateur 4) et génère de nouvelles sources de croissance économique et d'emplois. Parallèlement, les innovations peuvent avoir un effet positif sur la résilience et les émissions de gaz à effet de serre du pays et du monde tout entier.

STATISTIQUE PRINCIPALE

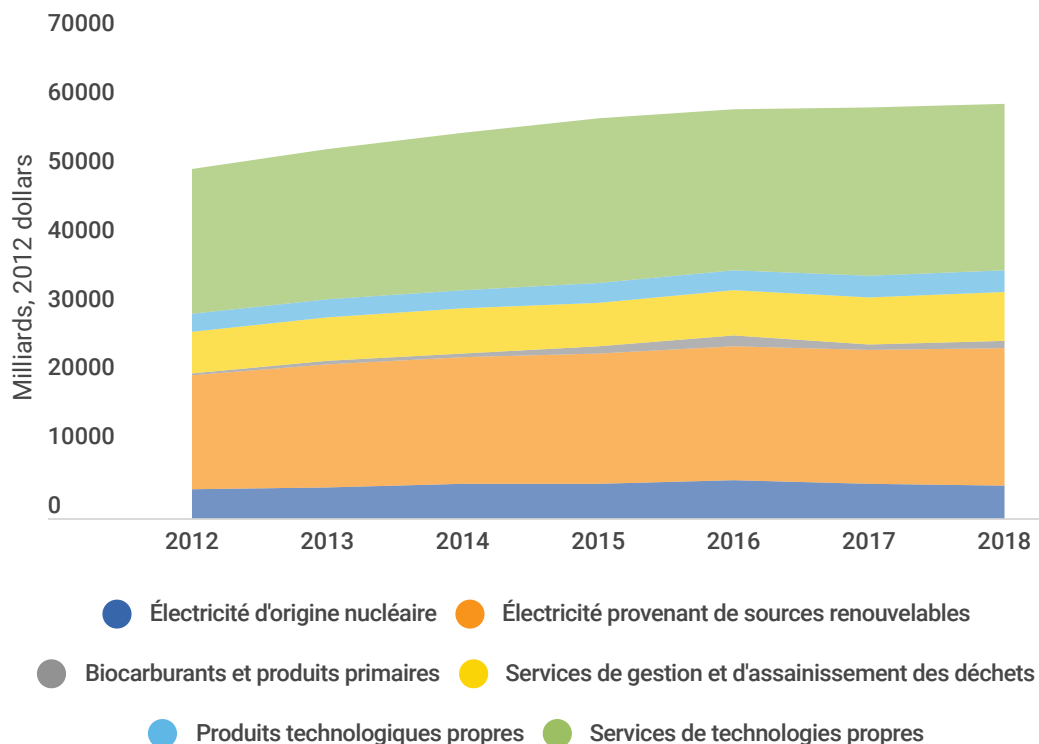
PIB des produits environnementaux et de technologies propres

Afin de mesurer le développement des technologies sobres en carbone, nous avons réalisé une estimation à partir des données de Statistique Canada sur les services et produits environnementaux et de technologies propres (ETP) offerts par les entreprises du pays (figure 3.1), la multiplication de ces technologies indiquant une croissance plus propre. En 2018, le secteur

équivalait à environ 3 % du PIB du Canada (66 milliards en dollars constants de 2018, ou 60 milliards en dollars constants de 2012).

Les produits ETP englobent tous les processus, produits, technologies ou services qui : a) préviennent, réduisent ou éliminent la pollution ou la dégradation de l'environnement; b) améliorent l'efficacité des techniques

FIGURE 3.1:
Produit intérieur brut réel du secteur des produits environnementaux et de technologies propres, Canada (en milliards de dollars constants de 2012)



Cette figure montre le produit intérieur brut du secteur des produits environnementaux et de technologies propres au Canada pour la période de 2012 à 2018. Dans l'ensemble, la valeur du secteur est passée d'environ 50 milliards de dollars en 2012 à plus de 60 milliards en 2018. L'électricité produite par les sources d'énergie renouvelable et les services de technologies propres, comme les services scientifiques ou de construction, représentent la majorité des activités économiques du secteur (respectivement 34 % et 40 % en 2018). Les produits de technologies propres, dont les produits manufacturés comme les autobus électriques ou les batteries, n'équivalaient qu'à 5 % du PIB du secteur en 2018.

Source : Statistique Canada (2020a). Nota : Tous les montants ont été convertis en dollars constants de 2012.

d'exploitation des richesses naturelles; ou c) réduisent la quantité d'énergie ou de ressources consommées par une industrie par rapport à la norme. Les sources d'électricité à faibles émissions, les biocarburants, les services de recyclage, les produits manufacturés utilisant des technologies propres, les déchets et rebuts et les services de technologies propres entrent dans cette catégorie (Statistique Canada, 2020)⁷.

DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL ET SECTORIEL DES TECHNOLOGIES

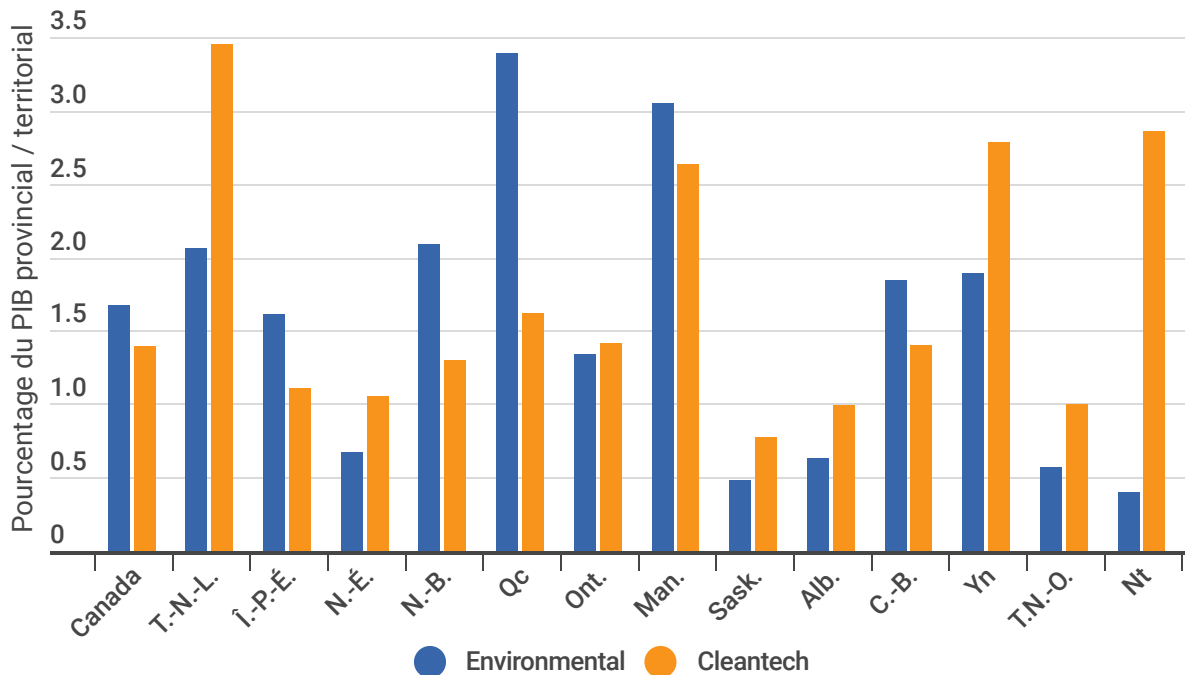
L'évolution passée des technologies environnementales et propres est inégale au Canada. En 2018, trois provinces ont surtout assuré la croissance nationale du PIB dans le secteur : l'Ontario (33,3 %), le Québec (30,5 %) et la Colombie-Britannique (13,6 %). Cette efficacité est en partie due à la taille de ces économies provinciales. En effet, si l'on

regarde plutôt le pourcentage du PIB provincial ou territorial associé au secteur, ce sont Terre-Neuve-et-Labrador, le Manitoba, le Québec, le Yukon, le Nunavut, et le Nouveau-Brunswick qui mènent le classement (figure 3.2). Selon les données provinciales et territoriales, une bonne partie de l'activité économique des provinces en tête repose sur la production d'hydroélectricité, la construction et les services (Statistique Canada, 2020b).

Des grappes d'activité dans le domaine des technologies propres se forment actuellement au pays, contribuant à ces tendances régionales. En 2019, la Bourse de Toronto répertoriait cinq entreprises canadiennes de technologies propres dont les parts de marché excédaient 100 millions de dollars (Neufeld, 2019). Le Québec a beaucoup développé son secteur des technologies du transport, enregistrant des recettes d'exportation de 1,4 milliard de dollars en 2018 (Statistique Canada, 2020d). La Colombie-Britannique est aussi devenue chef de file en matière d'équipement et de produits bioénergétiques.

FIGURE 3.2:

Pourcentage du PIB représenté par les produits environnementaux et de technologies propres, 2018



Cette figure présente la proportion du PIB représentée par le secteur des produits ETP dans chaque province ou territoire aux fins de comparaison de l'activité économique dans le secteur.

Sources : Statistique Canada (2020b; 2020c).

Une étude de 2019 sur le secteur des technologies propres de l'Alberta a révélé un fort développement technologique au sein des petites et moyennes entreprises du domaine, notamment dans la région de Calgary. Sur 78 entreprises, environ la moitié avaient moins de cinq ans. Plus de la moitié comptaient parmi leurs clients les secteurs du pétrole et du gaz ainsi que l'industrie minière, un tiers, les sociétés d'énergie et de services publics, et un cinquième, les marchés de l'agriculture et de la transformation alimentaire. Enfin, près de 80 % des revenus déclarés par ces entreprises provenaient d'exportations aux États-Unis, comme expliqué à l'indicateur 5 (ACTia et Data Catalyt de MaRS, 2019).

LACUNES DU SECTEUR DES PRODUITS ENVIRONNEMENTAUX ET DE TECHNOLOGIES PROPRES COMME INDICATEUR

Bien que l'activité économique dans le secteur des produits ETP illustre les avancées technologiques du Canada, elle présente plusieurs lacunes en tant qu'indicateur.

1. Les données sur les produits ETP ne donnent pas d'indications sur les avancées futures. Les pourcentages du PIB présentés à la figure 3.1 nous permettent de suivre l'évolution passée de l'activité économique du secteur, mais pas d'anticiper la croissance à venir. En effet, les grandes innovations futures pourraient être bien différentes de celles que l'on a connues jusqu'ici, surtout avec l'accélération du travail national et mondial de réduction des émissions et de lutte contre les changements climatiques.

Bien que les données sur les brevets nous donnent un aperçu des avancées à venir, elles soulèvent des questions. Par exemple, une étude de 2017 se penchant sur les brevets de technologies d'atténuation des changements climatiques a révélé que les chercheurs canadiens avaient une longueur d'avance dans certains domaines : réseaux électriques intelligents, bâtiments, sources d'énergie

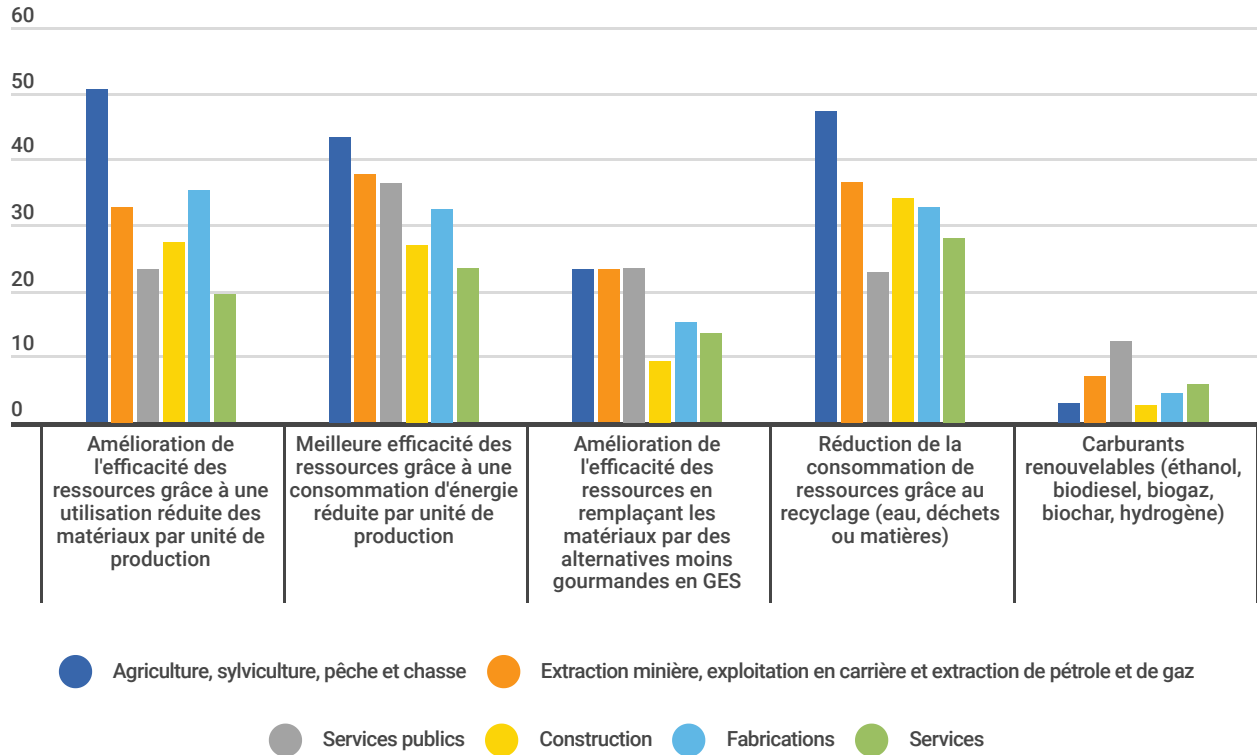
conventionnelles, solutions d'énergie propre (batteries, hydrogène), captage de carbone, et énergie géothermique, marine et hydroélectrique. Cependant, les entreprises ne bénéficiaient pas de cette même avance (OPIC, 2017). Les données de l'OCDE indiquent que le nombre de demandes de brevet déposées par des inventeurs canadiens pour des technologies environnementales a culminé en 2011, puis diminué lentement, avec une chute importante des demandes pour les technologies de réduction des émissions de GES aux alentours de 2017 (OCDE, 2020). À noter toutefois que les brevets ne génèrent pas toujours une activité économique importante, et que les innovations qui le font ne sont pas toujours brevetées.

- 2. Les données sur les produits ETP ne couvrent pas toutes les avancées ou innovations technologiques.** En effet, elles omettent plusieurs facettes essentielles de l'innovation. Tout d'abord, elles excluent l'activité économique associée aux produits qui sont plus propres que la norme, mais pas 100 % propres. Ensuite, elles font abstraction des innovations internes, c'est-à-dire créées par les entreprises pour leurs propres besoins sans être vendues. L'enquête de 2017 de Statistique Canada sur l'innovation et les stratégies d'entreprise nous offre cependant une fenêtre sur le monde de l'innovation en entreprise (Statistique Canada, 2019a, 2019b). D'après les données, une grande partie des entreprises de secteurs à fortes émissions signalent qu'elles ont mis en place de technologies et d'innovations bénéfiques pour l'environnement (voir les produits et les processus de la figure 3.3).
- 3. Les données sur les produits ETP ignorent des technologies pertinentes à la résilience économique et à la croissance sobre en carbone.** Les technologies de l'eau sont comprises dans les jeux de données sur les produits ETP et sur les brevets, mais quelques autres technologies pourtant directement liées à la résilience aux changements climatiques sont omises. Un rapport présenté en 2016 à Ressources naturelles Canada dressait une liste préliminaire de technolo-

FIGURE 3.3:

Produits et processus novateurs selon le secteur, 2015 à 2017

(Pourcentage d'entreprises qui ont adopté une innovation quelconque pendant ces trois années)



Cette figure montre les produits et processus novateurs qui ont fait leur apparition dans divers secteurs entre 2015 et 2017. C'est dans les domaines de l'énergie, des ressources et de l'efficacité de l'équipement que l'innovation a été la plus courante. Sources: Statistics Canada (2019a; 2019b).

Sources : Statistique Canada (2019a; 2019b).

gies et de services potentiels, comme la lutte contre les organismes nuisibles, les matériaux de construction résistants aux inondations et au feu, la prévention des intrusions salines et la surveillance des espèces (Deloitte et ESSA, 2016). Mais si cette liste comprend la plupart des technologies propres qui pourraient réduire les émissions de gaz à effet de serre, elle néglige des activités économiques essentielles au découplage des GES et du PIB, notamment l'extraction de métaux et de minéraux employés dans la fabrication de véhicules électriques et de batteries ou l'utilisation de bitume dans la production de fibres de carbone pour construire des éoliennes et des véhicules électriques solides et légers (JWN, 2020). Ce ne sont pas exactement des technologies propres, mais elles risquent tout de même de contribuer activement à la transition mondiale vers

une économie sobre en carbone.

4. **Les données sur les produits ETP ne tiennent pas compte des obstacles au développement technologique.** Des études ont démontré que plusieurs facteurs freinent le développement des entreprises existantes et émergentes du domaine au pays, par exemple l'aversion pour le risque du marché intérieur, les faibles taux d'adoption, le manque d'accès au financement, la concurrence pour l'obtention d'investissements limités et l'incertitude entourant les politiques sur le climat (TSETP, 2018). Une analyse plus détaillée de ces problèmes faciliterait l'élaboration de politiques publiques. Les concepteurs de technologies doivent surmonter divers obstacles tout au long du processus d'innovation. L'encadré 3.1 présente un exemple du type d'analyse qui pourrait aider, à

partir d'un portrait des entreprises de technologies propres du Canada qui se trouvent à divers stades de développement. Beaucoup d'entreprises manquent de financement au stade intermédiaire, entre les essais en laboratoire et les démonstrations commerciales, stade qui requiert généralement des investissements plus importants et comporte des risques accrus (Fellows, Goodday et Winter, 2019).

5. Les données sur les produits ETP ne permettent pas de déterminer si les produits pourront répondre aux demandes et aux besoins futurs du marché.

Le développement de technologies présente de gros avantages climatiques et économiques pour le Canada. En effet, il a le potentiel de rendre la lutte

contre les changements climatiques plus abordable et de générer de nouvelles sources de croissance économique et d'emplois. Pour concrétiser la première éventualité, il faut d'abord comprendre les lacunes technologiques qui empêchent le pays d'atteindre ses objectifs climatiques. Pour la seconde, il faudra étudier la demande des marchés internationaux et déterminer les domaines dans lesquels les entreprises canadiennes pourraient s'imposer. Plusieurs études ont notamment mis en lumière des lacunes en innovation dans la réduction des émissions de GES (tableau 3.1).

DONNÉES MANQUANTES

TABLEAU 3.1:

Lacunes en innovation dans l'atténuation des conséquences mondiales des changements climatiques (exemples)

SECTEUR	LACUNES EN INNOVATION TECHNOLOGIQUE
Électricité	Technologies d'énergie renouvelable et nucléaire de nouvelle génération; sources d'énergie émergentes (géothermique, marine); intégration au réseau; captage, utilisation et stockage du carbone (CUSC); technologies de soutien réseau et de puissance garantie (nucléaire, turbines et piles à combustible à hydrogène, captage et stockage du carbone [CSC] flexibles, batteries, autres mécanismes de stockage) capables d'accueillir de grandes quantités d'énergies renouvelables variables.
Immobilier	Enveloppe de nouvelle génération; béton à faibles émissions; codes et directives de construction flexibles pour des bâtiments et infrastructures carboneutres; éclairage; technologies de réfrigération; stockage intégré d'énergies renouvelables; thermopompes; centres de données à intelligence artificielle.
Secteur industriel	Captage et stockage du carbone (CSC et CUSC) produit par le ciment, les produits chimiques, le fer et l'acier; méthodes de production économiques pour l'hydrogène et les autres carburants à faibles émissions; utilisation des déchets; fusion de nouvelle génération.
Transport	Piles à combustible à hydrogène pour les moteurs diesels existants; carburants de remplacement (cellulosique, éthanol, hydrogène); batteries; véhicules connectés; numérisation des itinéraires; trains de banlieue de nouvelle génération.
Alimentation en carburant	Détection et réparation des fuites; surveillance et mesure des émissions de méthane; planification et régulation des infrastructures d'hydrogène et d'ammoniac.

Sources : AIE (2019); Sartor et Bataille (2019).

Catalyseur : Développement des technologies

Les données actuelles de Statistique Canada sur les produits environnementaux et de technologies propres ne permettent pas de mesurer adéquatement les progrès technologiques nécessaires à l'atteinte des objectifs de croissance propre. Toutefois, il n'est pas nécessaire de revoir l'approche du tout au tout pour corriger le tir. Il suffirait d'élargir les jeux de données existants pour couvrir un plus grand éventail de technologies et d'activités économiques.

Pour faciliter le repérage des avantages comparatifs et des sources émergentes d'expertise, nous aurions besoin de données subdivisées à l'échelle régionale. À ce sujet, un sondage de MaRS a mis en lumière quelques grappes émergentes de développement technologique dans le domaine de l'électrification : plusieurs entreprises du Québec travaillent sur les véhicules électriques hors route et à application-spécifique des entreprises de l'Ontario, sur les technol-

ogies de maisons et de réseaux électriques intelligents; des entreprises de l'Alberta, sur les processus industriels; et des entreprises de la Colombie-Britannique, sur les véhicules électriques et l'électrification des infrastructures. L'enquête de Statistique Canada sur les biens et services environnementaux a été un grand bond en avant dans la dissection des ventes intérieures et des revenus d'exportation, mais la qualité des données laisse toujours à désirer et les précisions manquent pour certaines provinces et certains territoires.

L'amélioration des méthodes de suivi et d'analyse des divers programmes de recherche publique, de développement, de démonstration et de commercialisation offerts par les gouvernements faciliterait aussi le repérage des stratégies ou combinaisons de stratégies efficaces pour réduire les émissions et assurer la croissance économique.

ENCADRÉ 3.1:

Développement des technologies d'électrification au Canada

Le programme Data Catalyst de MaRS a analysé les réponses à un sondage de 87 PME canadiennes de technologies propres d'électrification, notamment quant au stade de développement de leurs projets et au financement reçu des secteurs public et privé. Les projets ont été classés selon leur niveau de maturité technologique (NMT) : 1 à 3 = premier stade après la recherche et la découverte scientifique; 4 = validation de la technologie en laboratoire; 5 et 6 = démonstration de la technologie dans un environnement pertinent; 7 = mise à l'essai du prototype; 8 = démonstration commerciale; et 9 = commercialisation.

Zone d'intérêt pour l'électrification	1-3	4	5-6	7	8	9
Batteries, composantes de batterie (sauf batteries spécifiques aux VE)		4	1	2	2	2
Recharge des véhicules électriques et infrastructure d'électrification associée	1	2		5	1	1
Stockage d'énergie		2	2	2	2	
Thermopompe (source d'air, source souterraine, source d'eau)				2	1	1
Récupération de la chaleur résiduelle industrielle		1	1	3	1	3
Véhicules légers et autres véhicules, selon le cas			3		1	1
Véhicules électriques tout-terrain / à application spécifiques	1	2		1	1	4
Réseaux intelligents	1		1			7
Maisons intelligentes		1	1	2	1	4
Procédés industriels (sauf récupération de chaleur perdue)			1	1		
Chauffage des locaux et de l'eau (sauf thermopompe)			1	1	1	
Autres	2		1	2	2	
Grand total	5	12	12	21	13	24

L'analyse démontre que la plupart des répondants au sondage étaient déjà aux derniers stades du développement, surtout dans les domaines des réseaux électriques intelligents, des véhicules électriques hors route, des maisons intelligentes et des technologies de récupération de chaleur des déchets industriels. Les entreprises se trouvant aux stades intermédiaires (NMT 5 ou 6) ne recevaient généralement pas suffisamment de financement public et privé, ce qui constituait un obstacle. Le secteur public domine le financement aux premiers stades, mais laisse sa place au secteur privé pour les derniers. Dans l'ensemble, le financement est à son plus bas entre les NMT 5 et 7.

Source : Data Catalyst de MaRS (2019).



4 ADOPTION DES TECHNOLOGIES

L'adoption des technologies contribue aussi à la croissance propre. En effet, elle encourage la résilience et la réduction des émissions pour les sources de croissances existantes, et facilite l'expansion du marché pour les nouvelles sources en favorisant les économies d'échelle et en diminuant les coûts unitaires. Qui plus est, bon nombre des technologies nécessaires à la croissance propre existent déjà à divers stades de développement technologique; il faut simplement accélérer leur adoption.

STATISTIQUE PRINCIPALE

Intensité énergétique et proportion d'énergie à faibles émissions

Les technologies susceptibles de faciliter la croissance sobre en carbone et la résilience économique ont une envergure et une portée prodigieuses, mais les données sur les technologies de résilience sont limitées. C'est pourquoi nous avons choisi l'adoption des technologies sobres en carbone pour illustrer les principaux enjeux de l'adoption des technologies.

En 2018, les émissions de GES associées à la production et à la consommation d'énergie équivalaient à 80 % de toutes les émissions du Canada (ECCC, 2020a). Ainsi, afin de favoriser une croissance sobre en carbone, c'est-à-dire de stimuler l'économie tout en limitant les émissions de GES, il nous faudra réduire l'intensité énergétique et augmenter la proportion d'énergie à faibles émissions.

Le but de l'adoption des technologies étant de se rapprocher de ces objectifs, nous pouvons mesurer l'adoption des technologies sobres en carbone en comparant l'intensité énergétique et la proportion d'énergie à faibles émissions du Canada à celles d'autres pays du G7 et à la moyenne mondiale (figure 4.1). Bien que la proportion d'énergie à faibles émissions du Canada soit supérieure à celle de la plupart des pays du G7 (25 %), on y enregistre aussi une plus grande intensité énergétique (utilise plus d'énergie par unité de PIB). L'intensité énergétique a diminué dans tous les pays du G7 depuis 2005, y compris au Canada, mais la baisse a été plus marquée aux États-Unis et dans les pays européens (AIE, 2019).

La disparité entre les pays est souvent attribuable à la diversité des ressources disponibles et aux investissements passés. Par exemple, les exportations de pétrole et

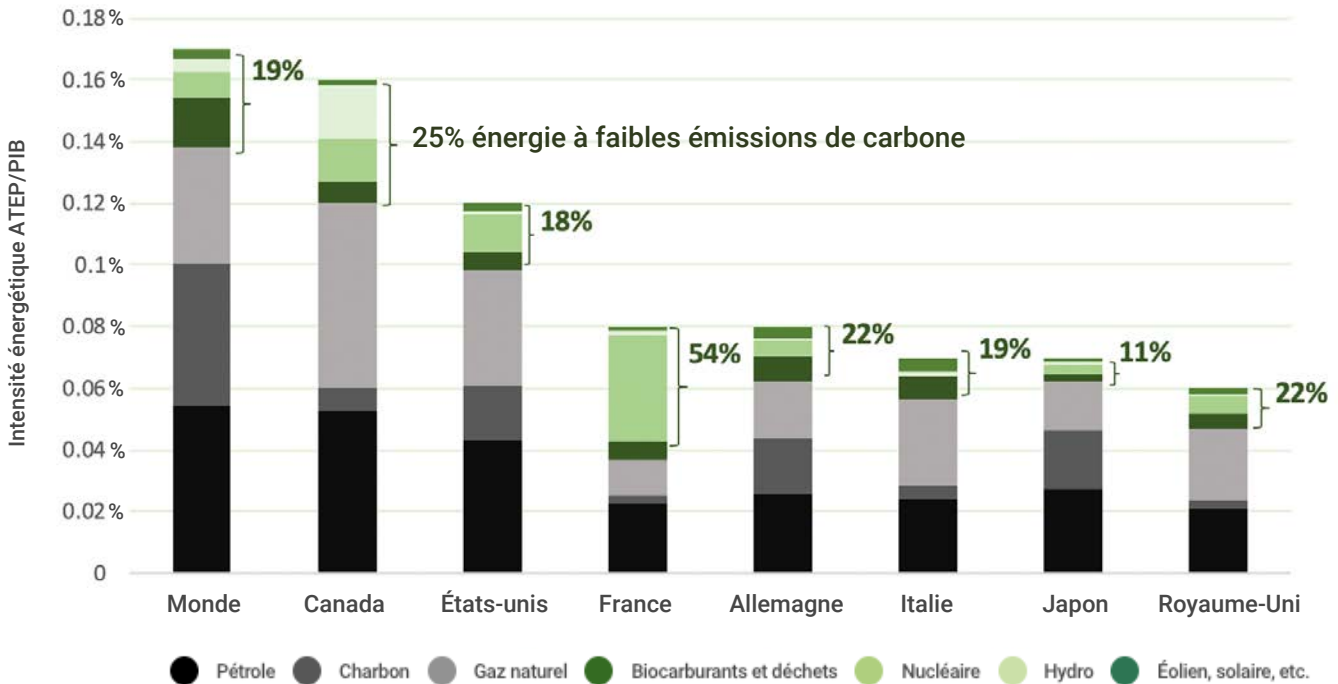
de gaz du Canada jouent sur l'intensité énergétique du pays. Si l'énergie exportée est exclue des chiffres, celle consommée dans l'extraction du pétrole et du gaz exportés est comptée. De plus, la vastitude et le climat relativement froid de notre pays contribuent à notre consommation d'énergie supérieure à celle des autres pays du G7, quoiqu'on anticipe une augmentation généralisée de l'énergie utilisée à des fins de climatisation avec la hausse de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur occasionnées par les changements climatiques. Historiquement, la France a beaucoup investi dans l'énergie nucléaire, en grande partie par souci de sécurité énergétique, ce qui lui a permis de se hisser en tête du G7 en matière d'énergie à faibles émissions (WNA, 2020).

Cette statistique peut être améliorée par l'adoption de quatre grandes catégories de technologies :

1. **Remplacement des combustibles** (ex. : hydroélectricité au lieu du charbon ou moteurs électriques plutôt qu'à essence)
2. **Réduction de la consommation d'énergie** (ex. : chauffage écoénergétique ou meilleure isolation)
3. **Conditionnement du comportement** (ex. : transport en commun rapide qui supplante la voiture ou logiciels de télétravail et de vidéoconférence qui réduisent les déplacements automobiles et aériens)
4. **Captage et stockage du carbone** (ex. : captage du carbone des combustibles fossiles ou extraction directe dans l'air)

FIGURE 4.1:

Intensité énergétique et proportion d'énergie à faibles émissions des pays du G7 (approvisionnement total en énergie primaire selon le PIB, 2018 ou données les plus récentes)



Cette figure montre l'intensité énergétique et la proportion d'énergie à faibles émissions des pays du G7 en 2018. Les intensités énergétiques sont calculées en divisant l'approvisionnement total en énergie primaire (l'énergie produite, plus l'énergie importée, moins l'énergie exportée) de chaque pays par son PIB, tandis que la proportion d'énergie à faibles émissions est signalée par une accolade. Dans l'ensemble, le Canada enregistre une forte proportion d'énergie à faibles émissions (25 %), mais aussi une plus grande intensité énergétique que les autres pays du G7.

Source : AIE (2019). Nota : Les données internationales d'approvisionnement total en énergie primaire concernent 2017, et celles pour le G7, 2018. Le tout est mesuré en kilotonnes équivalent pétrole.

Les trois premières catégories sont comprises dans la figure 4.1, du moins en ce qui a trait aux émissions de GES liées à l'énergie. Les technologies de réduction de la consommation d'énergie et de conditionnement du comportement réduisent le total d'émissions, tandis que les technologies de remplacement des combustibles augmentent la proportion d'énergie à faibles émissions. La quatrième catégorie n'est toutefois pas représentée dans les données. Prenons par exemple la centrale au charbon Boundary Dam en Saskatchewan. Elle utilise des technologies de captage et de stockage du carbone pour limiter les rejets de GES dans l'atmosphère, mais leurs effets sont ici omis, alors que l'énergie utilisée pour le captage est pourtant comprise (SaskPower, 2020). Les technologies qui réduisent les émissions non liées à

l'énergie des procédés industriels, des déchets et de l'agriculture sont aussi omises.

ADOPTION SECTORIELLE DES TECHNOLOGIES À FAIBLES ÉMISSIONS

Pour comprendre les facteurs derrière les résultats nationaux de la figure 4.1, il faut se pencher sur les grands secteurs de l'économie du Canada.

La proportion plutôt élevée d'énergie à faibles émissions du pays est principalement due à son **secteur de l'électricité**. Plus de 80 % de l'électricité produite au Canada provient de sources d'énergie renouvelable ou nucléaire à faibles émissions (REC, 2020). Néanmoins, l'adoption

pourrait être accélérée davantage pour les quatre catégories de technologies. Plusieurs provinces ont des secteurs de l'électricité à plus fortes émissions, ce qui limite leur capacité à découpler leur croissance de ces dernières (figure 4.2).

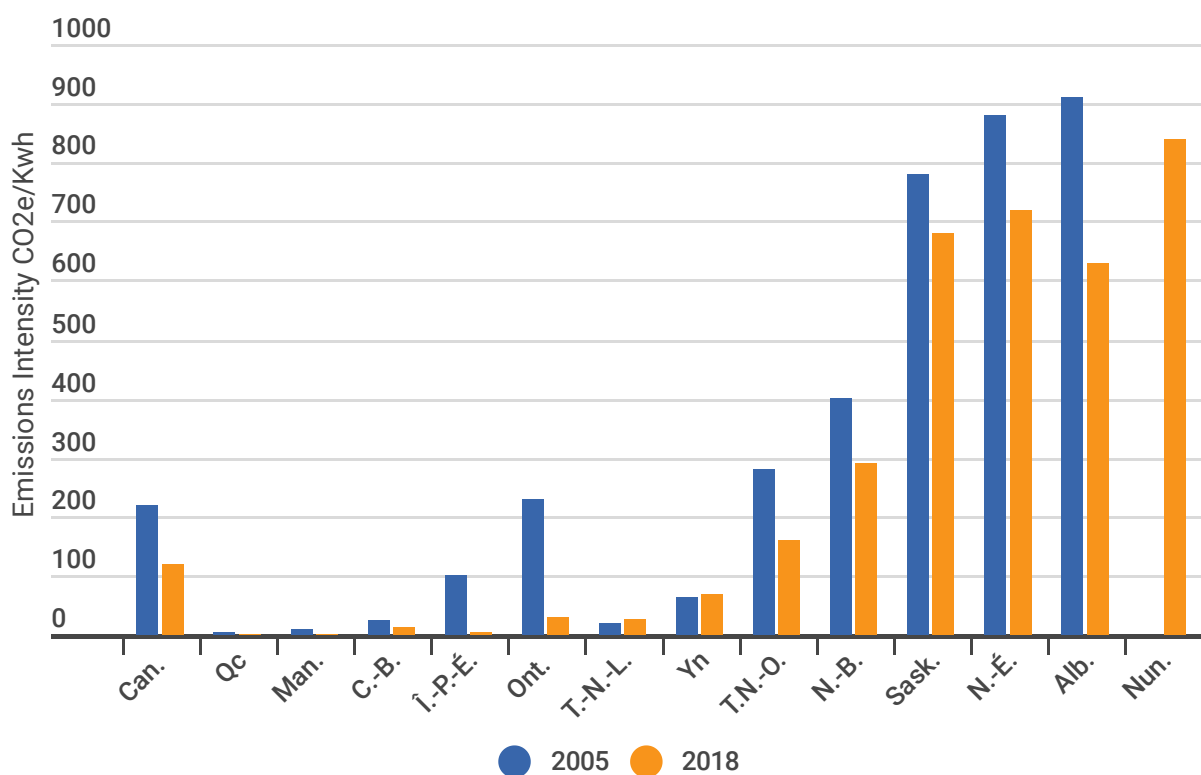
Les tendances passées révèlent une baisse importante de l'intensité d'émission au fil du temps. Les politiques ont joué un rôle essentiel dans cette évolution (ex. : accélération de l'élimination progressive des centrales au charbon). La diminution marquée du coût de l'énergie éolienne et solaire y a aussi contribué, l'éolien faisant aujourd'hui concurrence au gaz naturel, au charbon et au nucléaire au Canada (REC, 2019). Cette forte baisse des coûts est un résultat des taux d'apprentissage, des écon-

omies d'échelle et de la concurrence accrue qui ont accompagné l'expansion internationale des énergies éolienne et solaire (Rubin *et al.*, 2015). Entre 2008 et 2018, la moyenne mondiale des coûts associés à l'éolien terrestre ont chuté de 24 %, et ceux associés aux technologies solaires photovoltaïques, de 77 % (IRENA, 2019).

L'intensité d'émission de la production d'électricité risque de devenir de plus en plus importante pour le découplage, à mesure que les technologies électriques d'utilisation finale (ex. : véhicules et thermopompes électriques) deviendront plus abordables et accessibles. Plus l'intensité d'émission de la production d'électricité sera faible, plus l'électrification contribuera au découplage.

FIGURE 4.2:

Intensité d'émission de la production d'électricité des provinces et territoires (2005 et 2018, éq. CO₂/kWh)



Cette figure présente l'intensité des émissions de GES associées à la production d'électricité dans les provinces et les territoires en 2005 et en 2018. Les catégories de technologies utilisées influencent fortement l'intensité d'émission, l'éolien engendrant par exemple de faibles émissions, et le charbon, de fortes émissions.

Source : ECCC (2020c).

Au Canada, le **secteur des transports** est le moteur principal de l'utilisation du pétrole indiquée à la figure 4.1, surtout à cause du transport routier (REC, 2020). Dans bien des provinces, le transport est aujourd'hui la plus grande source d'émissions de GES (ECCC, 2020c). Les émissions des camions légers à essence (VUS et camionnettes) et des véhicules lourds à moteur diesel continuent d'augmenter, le nombre de véhicules gonflant respectivement de 86 % et 57 % pour chacun des deux groupes entre 2005 et 2018 (figure 4.3). Au Canada, le véhicule moyen a un rendement énergétique inférieur à celui des autres pays, ce qui est dû à une

préférence pour les gros véhicules, aux trajets plus longs et à la froideur du climat (REC, 2019; RNCAN, 2018).

Durant cette période, le Canada a enregistré une hausse de l'adoption des technologies de remplacement des combustibles, comme les voitures et les autobus électriques ou les camions à hydrogène, mais ces véhicules ne représentent encore qu'une petite partie du total. En 2018, les véhicules carboneutres ou à faibles émissions ne constituaient que 4 % des véhicules motorisés immatriculés, comparativement à moins de 1 % en 2011 (figure 4.4). Des options de remplacement des combustibles pour les avions, les trains et les bateaux sont en

FIGURE 4.3:
Émissions de GES associées au transport routier (en Mt)

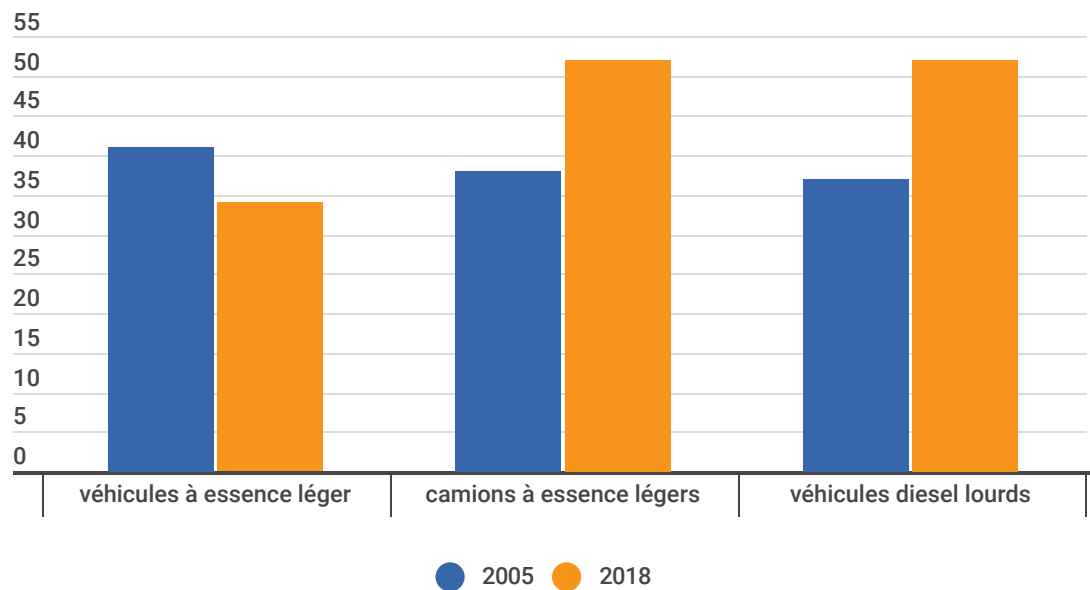
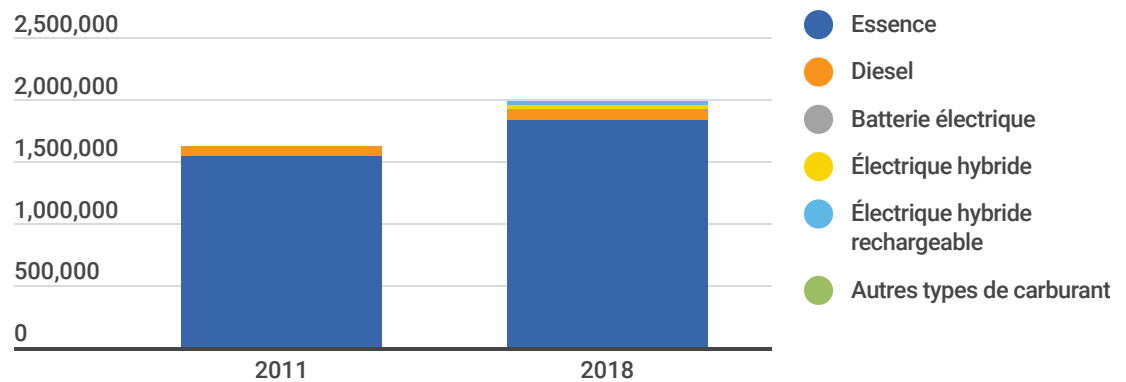


FIGURE 4.4:
Nombre de véhicules motorisés immatriculés



Ces figures (4.3 et 4.4) mettent en lumière d'importantes tendances dans le secteur des transports. La figure 4.3 montre les émissions de GES associées au transport routier selon le type de véhicule pour 2005 et 2018. On note que les émissions des camions légers à essence et des véhicules lourds à moteur diesel ont augmenté considérablement, malgré l'amélioration du rendement énergétique des véhicules, ce qui est dû à la préférence des consommateurs pour les VUS et les camionnettes ainsi qu'à une hausse des livraisons juste-à-temps par camion. Ces données correspondent étroitement à la domination continue des véhicules à essence sur les véhicules motorisés enregistrés, illustrée à la figure 4.4.

Sources : ECCC (2020c); Statistique Canada (2019a).

cours de développement, ce qui pourrait augmenter les taux d'adoption futurs. Le conditionnement du comportement est aussi essentiel au découplage des transports, notamment en ce qui a trait au changement des modes de transport (ex. : passage de la voiture au transport en commun, ou du camion au train pour les envois), et la technologie peut rendre les comporte-

ments visés plus attrayants (ex. : applications de vélo-partage et planification des itinéraires).

Dans l'ensemble, les **secteurs industriels** sont les plus grands consommateurs d'énergie au Canada (REC, 2020). Bien que la plupart d'entre eux aient réduit leurs émissions de GES entre 2005 et 2018 (figures 4.5 et 4.6), les émissions associées aux sables bitumineux ont plus

FIGURE 4.5:
Émissions associées au pétrole et au gaz
(en Mt éq. CO₂)

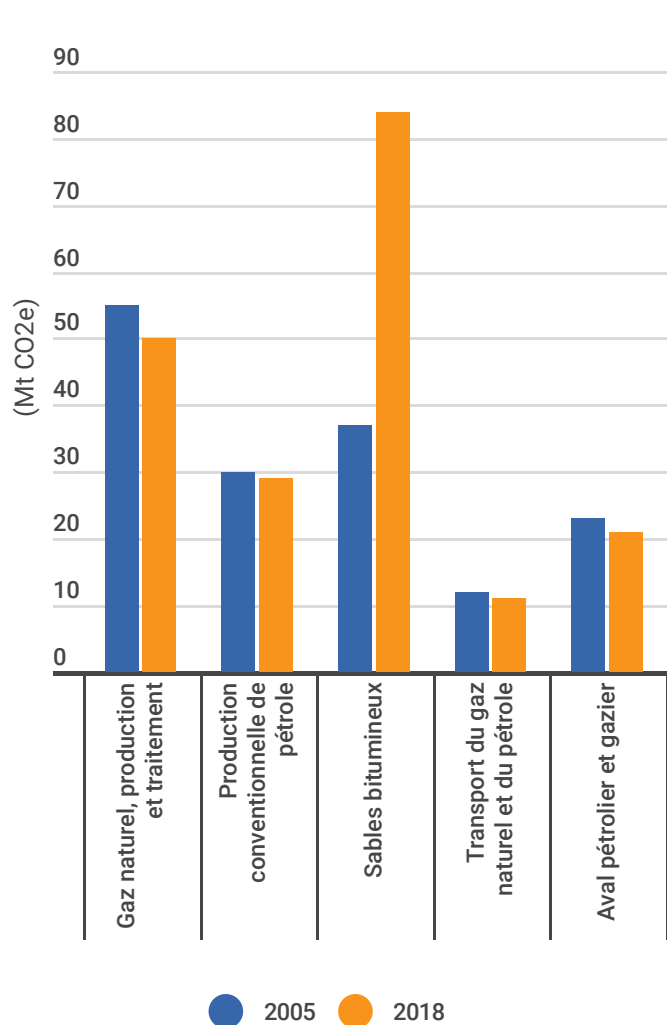
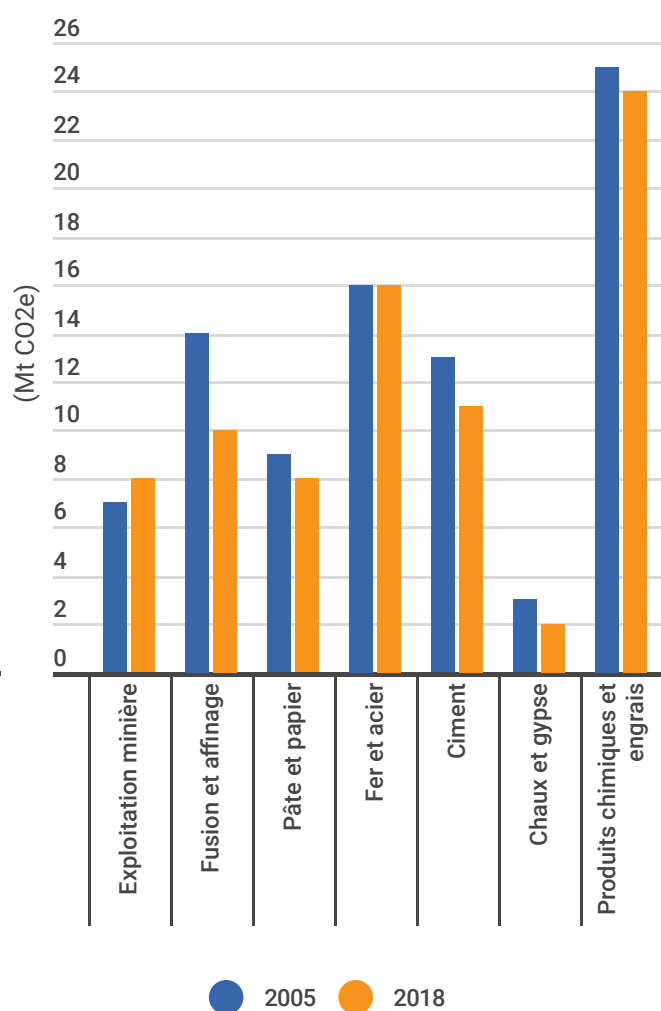


FIGURE 4.6:
Émissions des industries lourdes
(en Mt éq. CO₂)



Ces figures (4.5 et 4.6) mettent en lumière les tendances d'émissions de GES du secteur pétrolier et gazier et des industries lourdes pour 2005 et 2018. On voit à la figure 4.6 que l'exploitation des sables bitumineux était la plus grande source d'émissions associées au pétrole et au gaz en 2018, ayant plus que doublé en importance depuis 2005 malgré la baisse de l'intensité d'émission, à cause de l'intensification de l'exploitation. Entre 2005 et 2018, les émissions totales des industries les plus lourdes ont diminué plus rapidement que la production brute. Cette baisse est due à une réduction de la production (ex. : ciment), aux changements intrasectoriels (ex. : fin de la production d'acide adipique dans le secteur des produits chimiques) et à l'innovation dans les processus (ex. : réduction des émissions d'hydrocarbures perfluorés engendrées par la fonte de l'aluminium).

Sources : ECC (2020b; 2020c).

que doublé sur cette même période avec la croissance de la production. On remarque un certain découplage dans les industries lourdes (ex. : ciment, exploitation minière, acier), les émissions ayant connu une baisse plus importante que la production brute entre 2005 et 2018 (ECCC, 2020b). L'intensité d'émission des sables bitumineux a aussi diminué pendant cette période (ECCC, 2020c), ce qui laisse présumer un meilleur taux d'adoption des technologies. La plupart des technologies adoptées jusqu'ici visaient l'efficacité énergétique et la cogénération (production combinée de chaleur et d'électricité). À l'avenir, il faudra mettre davantage l'accent sur les technologies de remplacement des combustibles (ex. : électricité, hydrogène, carburants renouvelables) (Rissman *et al.*, 2020).

Après les secteurs industriels, les **bâtiments** commerciaux et résidentiels sont les plus grands consomma-

teurs de gaz naturel au Canada. Ils figurent parmi les actifs économiques les plus durables qui soient; c'est pourquoi les technologies qui les visent risquent d'avoir une influence considérable sur la croissance sobre en carbone à long terme, et tout investissement dans un bâtiment qui n'est pas sobre en carbone compliquera le contrôle futur des émissions dans les autres secteurs. L'adoption de technologies de réduction de la consommation d'énergie a entraîné une baisse des émissions par ménage, limitant leur croissance à seulement 1 Mt entre 2005 et 2018 (ECCC, 2020c) (figure 4.7). Sur cette même période, les mesures de réduction de la consommation d'énergie et de remplacement des combustibles ont permis de diminuer les émissions par mètre carré de superficie commerciale, mais les émissions générales ont tout de même augmenté de 6 Mt (figure 4.8). Pour que s'opèrent d'autres réductions significa-

FIGURE 4.7:
Intensité d'émission des bâtiments résidentiels (Mt éq. CO₂/million de ménages)

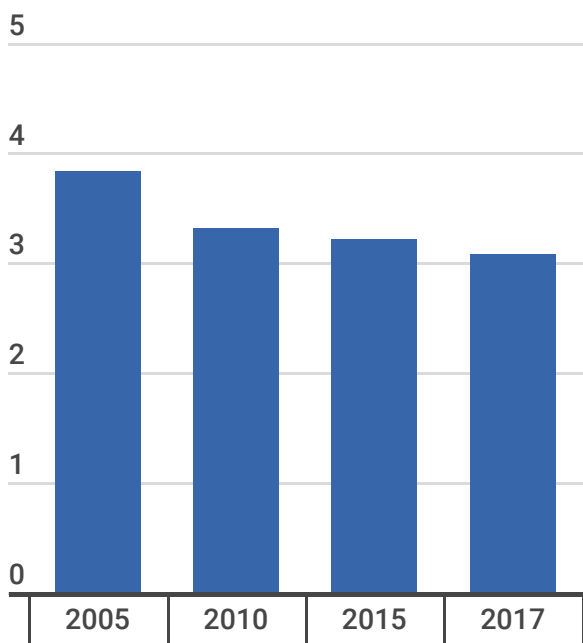
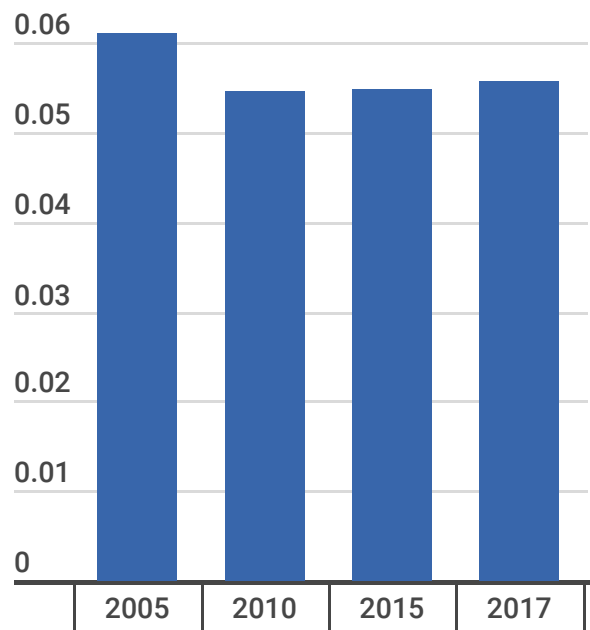


FIGURE 4.8:
Intensité d'émission des bâtiments commerciaux (Mt éq. CO₂/m² de superficie)



Ces figures mettent en lumière d'importantes tendances concernant les émissions de GES des bâtiments. La figure 4.7 montre que l'intensité d'émission des bâtiments résidentiels a diminué graduellement entre 2005 et 2017, les gains d'efficacité énergétique ayant pallié la population grandissante et la demande de maisons plus grandes. La figure 4.8 montre que l'intensité d'émission des bâtiments commerciaux a diminué abruptement entre 2005 et 2010, puis augmenté graduellement en raison de la demande croissante d'espaces commerciaux, y compris de grands entrepôts pour la distribution de produits.

Source : ECCC (2020b).

tives, il faudra miser sur les options de remplacement des combustibles, comme le gaz naturel renouvelable, l'hydrogène, l'électrification, le chauffage urbain et le chauffage géothermique (ECCC, 2016).

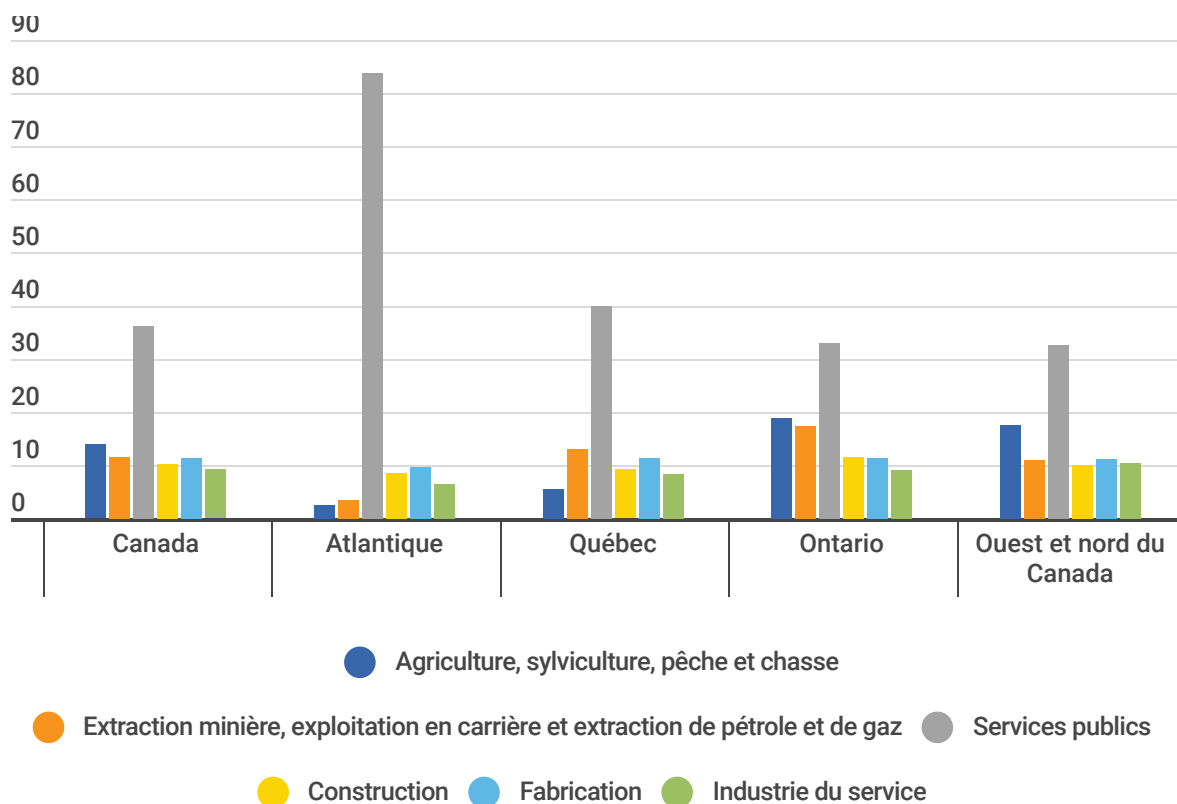
Le **secteur agricole** n'est pas très gourmand en énergie, mais constitue la plus grande source d'émissions de GES non énergétiques. À noter au passage que les émissions liées à la consommation d'énergie dans les exploitations agricoles ont légèrement augmenté depuis 2005 (de 12 à 14 Mt éq. CO₂). La plupart des émissions agricoles proviennent des engrais utilisés dans les cultures ou du méthane produit par les animaux. Les émissions des cultures ont gonflé de 50 % entre 2005 et 2018, tandis que les rendements ont augmenté d'environ 30 % (ECCC, 2020c; Statistique Canada, 2020). Les

émissions de la production animale ont diminué d'à peu près 16 % sur cette même période, en grande partie parce qu'il y a moins de bétail qu'avant (ECCC, 2020c). Le taux d'adoption des technologies agricoles croît lentement, surtout en ce qui a trait à l'efficacité. Par exemple, l'agriculture de précision permet d'augmenter les rendements tout en investissant moins d'intrants (engrais, pesticides, eau) grâce à des technologies comme les GPS, les capteurs, les drones et les logiciels spécialisés (Shorthouse, 2019).

L'enquête de Statistique Canada sur l'innovation et les stratégies d'entreprise nous fournit des données sectorielles et régionales sur l'adoption des technologies propres (figure 4.9). Seuls 10 % des répondants au sondage utilisent de telles technologies, mais le chiffre exact

FIGURE 4.9:

Utilisation des technologies propres selon la région et le secteur, 2017 (pourcentage des sociétés)



Cette figure illustre l'utilisation et l'adoption des technologies propres par les divers secteurs dans les régions du Canada en 2017, présentant le pourcentage de sociétés qui utilisent un ensemble donné de technologies. Mis à part dans le secteur des services publics, où les pourcentages vont de 30 % à 80 %, le taux d'adoption des technologies propres n'atteint même pas la barre des 20 %. Toutefois, ce même chiffre dépasse les 80 % au Canada atlantique, soit plus du double de la moyenne nationale.

Source : Statistique Canada (2019b).

varie d'un secteur à l'autre. Par exemple, 36 % des sociétés de services publics du pays (électricité, gaz naturel et eau) en utilisent, notamment sous forme d'équipement écoénergétique, de technologies de réseau électrique intelligent, d'énergie à faibles émissions et de mécanismes de stockage d'énergie (Statistique Canada, 2019b; 2019c). Ces sociétés sont aussi les plus grands utilisateurs des technologies de géomatique et de l'Internet des objets employées dans les réseaux électriques intelligents, surtout en Ontario (Statistique Canada, 2019c). Au Canada atlantique, 84 % des sociétés de services publics utilisent des technologies propres, et en Ontario, on trouve des taux d'adoption plus élevés que dans les autres régions pour le secteur de l'agriculture, de la foresterie, de la chasse et de la pêche ainsi que pour celui de l'exploitation minière, de carrières, de pétrole et de gaz (Statistique Canada, 2019c).

OBSTACLES À L'ADOPTION DES TECHNOLOGIES

Il est important de surveiller l'évolution du taux d'adoption, mais il faut aussi chercher les raisons qui expliquent *pourquoi* une technologie peine à se voir adoptée. En nous basant sur des enquêtes de Statistique Canada, du DEEP Centre et d'autres sources, nous avons trié les raisons en quatre catégories de facteurs qui influencent l'adoption des technologies à faibles émissions : la vitesse de rotation des stocks, la faisabilité technique, les coûts et les politiques publiques (DEEP Centre, 2019; Statistique Canada, 2019d; Dow, 2019).

La **vitesse de rotation des stocks** joue un rôle essentiel dans l'adoption des technologies. En effet, les entreprises et les particuliers attendent normalement que leurs technologies deviennent inefficaces ou désuètes avant de les remplacer. Si la rotation des véhicules se fait sur une dizaine d'années, celle des chaudières industrielles (25 à 50 ans) et des bâtiments résidentiels (25 à 100 ans) est beaucoup plus lente (SDSN et Iddri, 2015). Il est généralement plus coûteux de remplacer une technologie avant la fin de sa vie utile que de suivre les cycles naturels de rotation des stocks.

La **faisabilité technique** équivaut à la capacité d'une technologie à augmenter la qualité du produit aux yeux des utilisateurs qui l'adoptent. Ainsi, si une technologie offre à une entreprise un gain de productivité ou améliore la qualité du produit, on dira qu'elle a une faisabilité technique supérieure. Prenons par exemple les véhicules électriques. Les consommateurs pour qui l'autonomie de la batterie (distance que peut parcourir le véhicule entre deux recharges) est importante considéreront que la faisabilité technique des véhicules à forte autonomie est supérieure à celle des autres (Dow, 2019). Par ailleurs, l'incertitude technique et le manque de connaissances ou de compétences techniques peuvent aussi limiter le taux d'adoption (DEEP Centre, 2019).

Les **coûts** initiaux et permanents ont aussi une influence considérable sur les taux d'adoption. Dans une enquête menée en 2016 auprès de 72 sociétés canadiennes, les trois quarts des répondants ont dit que les coûts étaient pour eux le plus gros obstacle à l'adoption des technologies propres (DEEP Centre, 2019). Les coûts s'évaluent sur un spectre; bien que la plupart des technologies viennent avec un certain coût initial, elles peuvent aussi entraîner des économies nettes à long terme. Par exemple, les technologies écoénergétiques peuvent réduire les frais d'énergie. Le défi pour les entreprises est de déterminer si le taux de rendement est plus avantageux que pour les autres options d'investissement qui s'offrent à elles. Si le coût initial est élevé, que les bénéfices sont longs à dégager et que le taux de rendement est incertain, les sociétés risquent d'être réticentes à investir dans les technologies à faibles émissions (DEEP Centre, 2019).

Les **politiques publiques** (ainsi que leur stabilité) contribuent grandement au cycle d'adoption et de développement des technologies. Les politiques climatiques, notamment les règlements, les codes du bâtiment, la tarification et les incitatifs financiers, peuvent encourager les entreprises et les particuliers à adopter des technologies climatiques. L'envoi de signaux politiques clairs contribue au maintien de l'équité entre les secteurs et encourage les investissements privés. En

effet domino, une adoption accrue élargit le marché, ce qui favorise les investissements et l'innovation nécessaires à la poursuite du développement technologique, qui améliore en retour la faisabilité technique et réduit les coûts à long terme. Des politiques pionnières, comme la tarification incitative en Allemagne, ont fait croître les marchés des énergies éolienne et solaire, encourageant les investissements dans les entreprises qui travaillent à développer des technologies, et améliorant les économies d'échelle internationales. En Chine, des politiques et des investissements ont permis d'élargir encore davantage le marché et de stimuler une concurrence qui a amélioré à la fois la faisabilité technique et les coûts. Ainsi, les énergies éolienne et solaire sont désormais souvent à même de faire concurrence aux combustibles fossiles, ce qui a entraîné une hausse des taux d'adoption (IRENA, 2019).

DONNÉES MANQUANTES

Il existe peu de données publiques sur le taux d'adoption des technologies de résilience et d'adaptation aux changements climatiques. Ces technologies se divisent

d'ailleurs en trois grandes catégories : les **technologies de prévention** (ex. : robot-pompier qui éteint les feux avant qu'ils ne dégénèrent, béton perméable à l'eau, biopesticides), les **technologies de contournement** (ex. : systèmes d'alerte précoce, systèmes de pistage des tiques visant à prévenir la maladie de Lyme) et les **technologies de protection** (ex. : matériaux de construction résistants au feu, drones, technologies de refroidissement urbain). Les données publiques d'adoption se font plus rares pour ces technologies, et il n'existe pas de liste exhaustive des technologies qui pourraient améliorer la résilience du Canada. L'établissement d'une telle liste prioritaire ainsi que le suivi de l'évolution des taux d'adoption faciliteraient la conduite d'études et d'analyses plus poussées et aideraient à orienter les politiques des gouvernements.

Tandis que nous redoublons d'ardeur dans notre lutte contre les changements climatiques, la ligne entre les technologies d'atténuation et d'adaptation pourrait s'estomper. Par exemple, le béton carboneutre, la climatisation écoénergétique et les toits végétalisés correspondent aux deux définitions. Peut-être faudra-t-il créer une troisième catégorie : les technologies résilientes et sobres en carbone.

5

COMMERCE RÉSILIENT ET SOBRE EN CARBONE ET CAPACITÉ CONCURRENTIELLE

Grâce à sa présence sur les marchés internationaux de produits et services résilients et sobres en carbone, le Canada favorise et stimule la croissance propre à long terme. Sa participation à ce type d'échanges est aussi un important indicateur de la compétitivité du pays sur des marchés mondiaux en plein changement.



STATISTIQUE PRINCIPALE

Commerce des biens et services résilients et sobres en carbone

Le Canada peut contribuer à un cycle commercial positif en développant des technologies, des biens et des services liés au climat de bonne qualité et abordables. Cela lui permettrait d'accroître les exportations vers les pays souhaitant lutter contre les changements climatiques, tout en offrant ici même de nouvelles possibilités de croissance économique, propre de surcroît. Par ailleurs, l'importation de produits et services liés au climat peut favoriser la croissance des marchés mondiaux, stimuler l'innovation et réduire les coûts, et offrir à la population canadienne un plus grand choix à meilleur prix tout en réduisant les émissions de carbone associées aux biens et services qu'elle produit et consomme⁸. Si un nombre suffisant de pays contribuent à ce cycle positif, la lutte contre les changements climatiques deviendra plus facile et moins chère avec le temps.

Pour évaluer les échanges commerciaux canadiens liés au climat, nous nous penchons sur les exportations et les importations nationales de produits environnementaux et de technologies propres (ETP) de 2012 à 2018⁹. À l'heure où le Canada poursuit sa transition vers 2050, l'intensification des échanges commerciaux de produits ETP est un important volet de la croissance propre et de la compétitivité accrue du Canada dans une économie mondiale sobre en carbone.

Comme l'illustre la figure 5.1, ces échanges commerciaux ont augmenté, à la fois en chiffres absolus et en pourcentage du PIB. En 2012, le commerce des produits ETP représentait environ 1,2 % de l'économie cana-

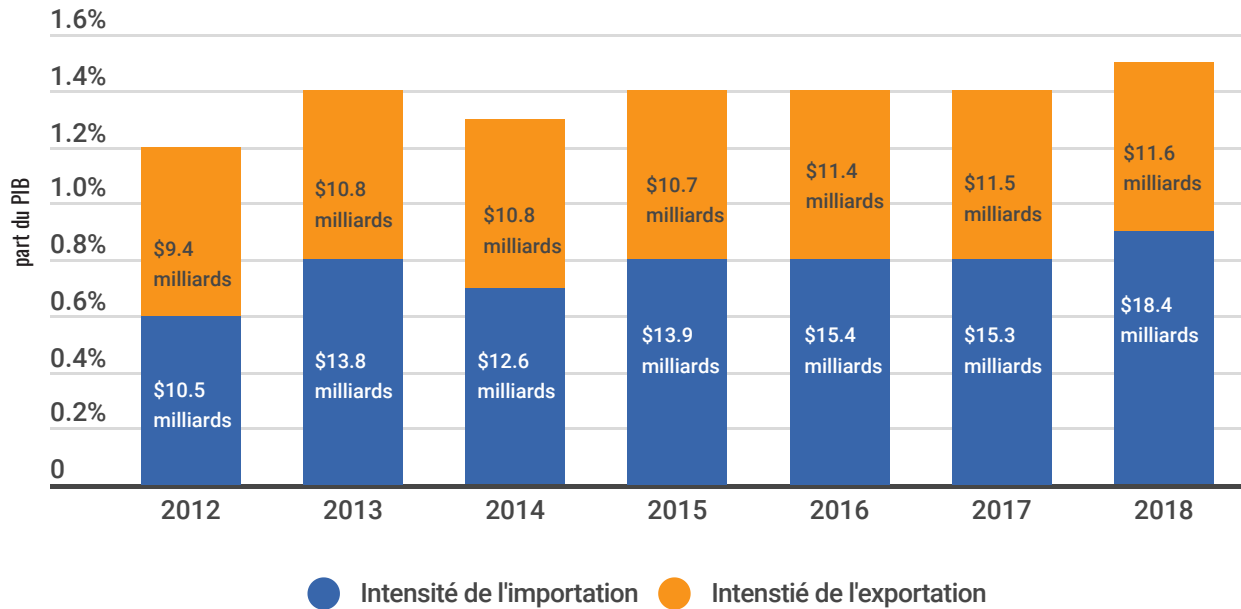
dienne, générant 20 milliards de dollars en PIB; en 2018, la part du PIB avait atteint près de 1,6 %, ou 30 milliards de dollars (en dollars constants). Cette tendance nationale reflète les tendances générales des marchés internationaux, où la demande de biens et services liés au climat continue de croître rapidement (Analytica Advisors, 2017; Elgie et Brownlee, 2017).

La figure 5.1 montre bien que la part actuelle des produits ETP est petite, ne comptant que pour 1,5 % de l'économie canadienne. On constate aussi qu'une fois corrigée en fonction de l'inflation, la croissance des produits ETP a été relativement lente. Il importe toutefois de ne pas minimiser la valeur totale de ces biens et services. Les échanges commerciaux de produits ETP ont augmenté plus rapidement que l'ensemble de l'économie canadienne. Et comme on l'a expliqué à l'indicateur 3, le secteur représente environ 3 % du PIB canadien lorsqu'on tient compte des exportations et des achats sur le marché intérieur.

Plusieurs autres tendances méritent d'être signalées. Pour les exportations comme pour les importations, les produits manufacturés représentaient la plus grande partie des échanges commerciaux de produits ou services ETP (environ 65 % des importations et 45 % des exportations en 2018). Plus précisément, c'est le commerce des produits manufacturés complexes qui a connu l'une des plus fortes croissances. Les échanges de biocombustibles (exportations et importations) ont aussi augmenté considérablement, en grande partie à cause

FIGURE 5.1:

Exportations et importations canadiennes de produits environnementaux et de technologies propres en pourcentage du PIB (en milliards de dollars de 2012)



La figure présente la valeur réelle totale des exportations et des importations de produits ETP entre 2012 et 2018 par rapport à la taille de l'économie canadienne (PIB). La part des échanges liés aux produits ETP a passé de 1,2 % en 2012 à près de 1,6 % en 2018. Le volume total des échanges commerciaux a aussi augmenté, passant d'environ 20 milliards de dollars en 2012 à 30 milliards de dollars en 2018.

Source : Statistique Canada (2020a). Nota : Les montants sont donnés en dollars constants de 2012.

des exigences provinciales et fédérales en matière de mélange. Pour terminer, notons également que même si les exportations d'électricité propre (énergie nucléaire ou renouvelable) représentent plus d'un dixième de la valeur des exportations canadiennes totales de produits ETP, elles n'ont pas augmenté durant cette période. Dans toutes les catégories, la plupart des échanges commerciaux canadiens liés aux produits ETP (comme le reste des échanges commerciaux internationaux du pays) ont été conclus avec les États-Unis, totalisant 75 % des exportations et 61 % des importations (Provenzano *et al.*, 2019).

COMMERCE PROVINCIAL DES BIENS ET SERVICES LIÉS AU CLIMAT

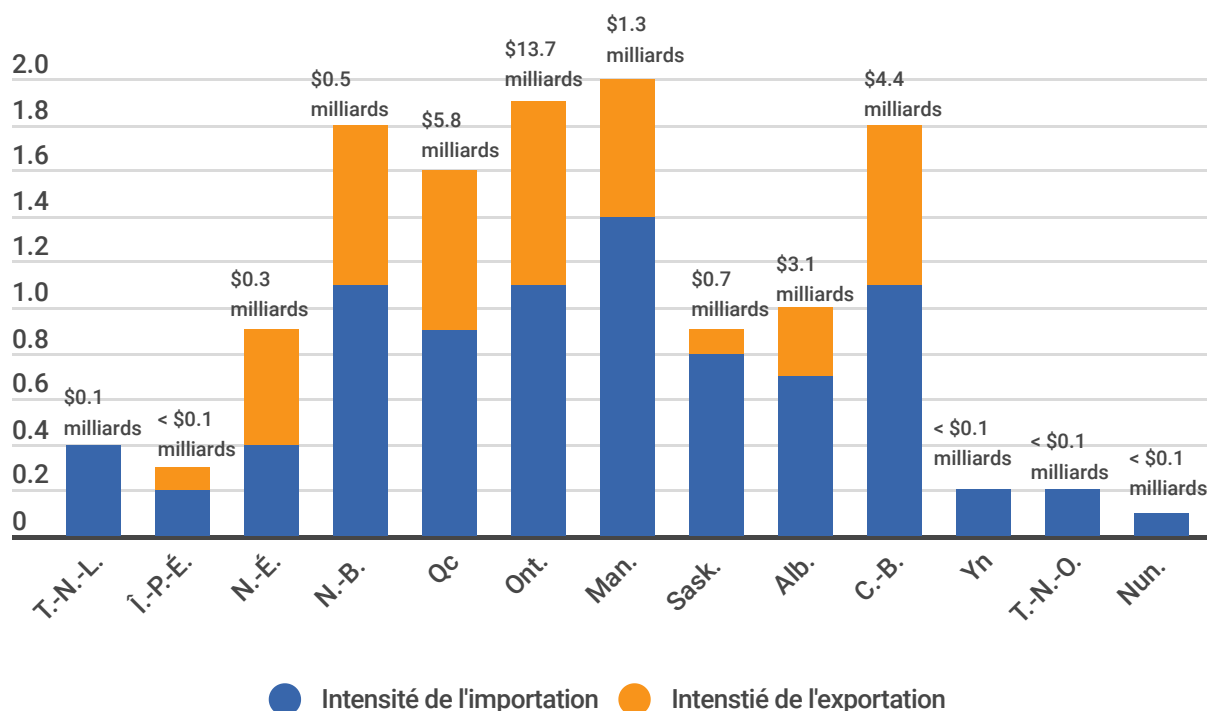
Le commerce des produits ETP varie selon la province. La figure 5.2 montre le niveau relatif de ces échanges pour chaque province en 2018 (c.-à-d. la part du PIB

provincial que représentent les exportations et les importations de produits ETP). Elle donne également des valeurs absolues pour mettre en lumière les provinces où ces échanges étaient les plus élevés (en dollars de 2012). Au Nouveau-Brunswick, par exemple, la part du PIB associée aux échanges de produits ETP était particulièrement élevée (environ 1,8 %), ce qui s'explique en grande partie par une augmentation du commerce (importations et exportations) de l'électricité nucléaire, des biocarburants, de la biomasse et d'autres matières premières (Statistique Canada, 2020a). La valeur de ces échanges était toutefois moins élevée que dans la plupart des autres provinces (0,5 milliard de dollars).

Quelques tendances générales se dégagent de l'ensemble. En dollars, l'Ontario, le Québec et la Colombie-Britannique ont été les plus grandes exportatrices et importatrices de produits ETP en 2018, comptant pour 80 % de l'ensemble des échanges canadiens. Ce ne sont toutefois pas toutes les provinces qui ont connu une hausse des échanges de

FIGURE 5.2:

Intensité des échanges de produits ETP par provinces (2018)



Cette figure illustre les exportations et les importations de produits ETP sous forme de pourcentage du PIB de chaque province ou territoire en 2018. Dans l'ensemble, la part des produits ETP varie considérablement. Les économies territoriales, par exemple, exportent peu ou pas de produits ETP. En revanche, dans certaines provinces comme la Colombie-Britannique, le Manitoba, l'Ontario, le Québec et le Nouveau-Brunswick, ces exportations représentent 0,6 à 0,8 % du PIB. À l'exception de la Nouvelle-Écosse, ce sont les importations de produits ETP qui comptent pour une plus grande part des échanges dans les provinces et les territoires.

Source : Statistique Canada (2020a). Nota : Les montants sont donnés en dollars constants de 2012.

produits ETP. La part de ces échanges a augmenté au Nouveau-Brunswick, au Québec, en Ontario, au Manitoba, en Saskatchewan, en Alberta et en Colombie-Britannique, mais elle a diminué à Terre-Neuve, à l'Île-du-Prince-Édouard, en Nouvelle-Écosse et dans les territoires.

Les comparaisons entre les différentes provinces peuvent aussi fournir des renseignements importants sur les échanges. Les différences entre la Colombie-Britannique et l'Alberta sont particulièrement intéressantes. Même si leurs populations sont similaires, la part des échanges commerciaux liés aux produits ETP en Colombie-Britannique représentait environ le double de celle de l'Alberta en 2018 (1,8 %, comparativement à 0,9 %). Au total, ces échanges ont généré 4,4 milliards de dollars en Colombie-Britannique, comparativement à 3,1 milliards de dollars en Alberta.

INFLUENCE MONDIALE GRÂCE AU FINANCEMENT DE LA LUTTE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

L'exportation et l'importation directes ne sont pas la seule manière pour le Canada d'influencer le commerce mondial des biens et services résilients et sobres en carbone.

Le financement d'initiatives de lutte aux changements climatiques à l'étranger est un bon moyen pour le Canada de soutenir le cycle positif de commerce des produits et services résilients et sobres en carbone. Les sources de financement public et privé peuvent offrir un accès critique au capital dans les pays en voie de développement, soutenant des investissements qui

réduisent les émissions et améliorent la résilience. Le financement canadien peut renforcer les capacités, les connaissances et les compétences essentielles qui génèrent d'importants avantages socio-économiques (OCDE, 2017a; SFI, 2018).

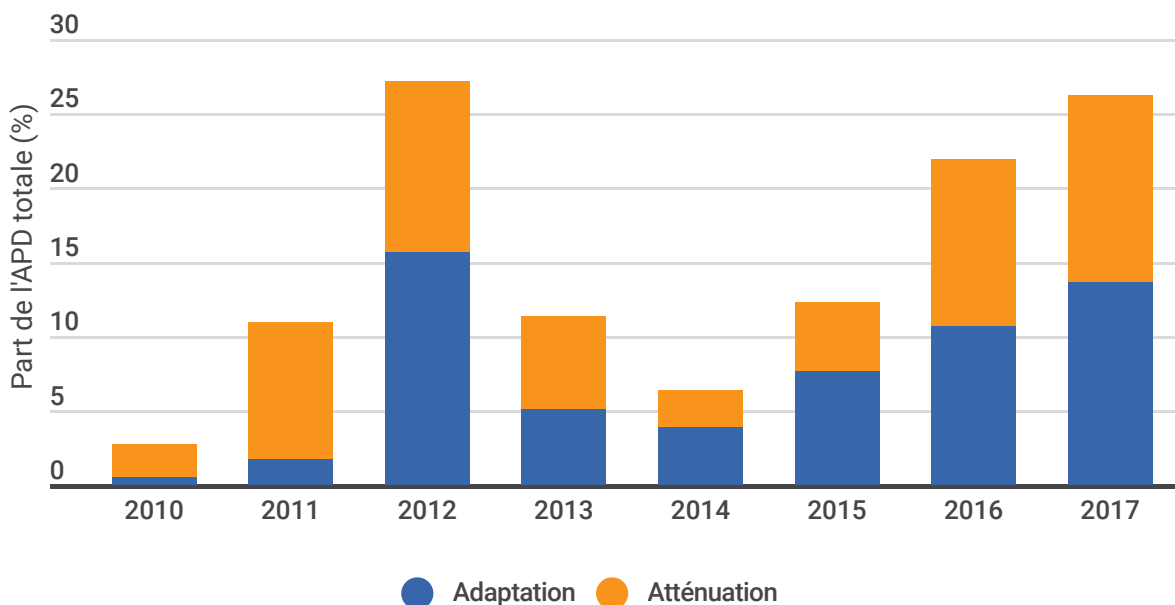
Il existe différents types de financement international public et privé, mais ce sont les données sur l'aide publique au développement (APD) qui démontrent l'effet catalyseur des fonds canadiens sur le commerce lié au climat à l'étranger. L'APD inclut l'aide financière accordée par les gouvernements canadiens aux pays en voie de développement afin de promouvoir le développement économique et le bien-être général, souvent grâce à des subventions, des prêts concessionnels et de l'aide technique (OCDE, 2018). La figure 5.3 montre la part de l'APD allouée par le Canada à des initiatives d'atténuation et d'adaptation entre 2010 et 2017. Bien que la part

d'ADP consacrée aux mesures de lutte contre les changements climatiques ait considérablement diminué après 2012, elle est depuis revenue à son sommet initial. En 2017, plus d'un quart de l'APD canadienne a été consacrée à des initiatives d'atténuation et d'adaptation à l'étranger, ce qui était plus élevé que la part moyenne des autres pays de l'OCDE (17 %). La tendance à la hausse observée au Canada correspond toutefois à la tendance générale dans les pays de l'OCDE (OCDE, 2017a).

Les investissements directs étrangers (IDE) sont un autre important volet du financement et du commerce liés au climat. Les investissements directs étrangers au Canada (investissements directs entrants) peuvent aider l'économie canadienne à s'adapter aux fluctuations des marchés mondiaux et favoriser la croissance économique. De même, les investissements directs sortants peuvent soutenir des activités internationales de lutte contre les

FIGURE 5.3:

Part de l'aide publique au développement canadienne consacrée à des initiatives d'atténuation et d'adaptation



Cette figure montre la part relative de l'aide publique au développement (APD) canadienne consacrée à la lutte contre les changements climatiques entre 2010 et 2017. Chaque initiative est catégorisée comme une mesure d'atténuation ou d'adaptation, mais il convient de noter que les projets appartiennent souvent aux deux catégories. De plus, une certaine part des fonds gouvernementaux ne sont pas catégorisés comme de l'aide publique au développement et sont donc exclus de la figure. En 2017-2018, par exemple, les gouvernements canadiens ont versé au total 1,5 milliard de dollars pour les initiatives de lutte aux changements climatiques à l'étranger. De ce montant, environ les deux tiers ont été comptabilisés dans les données d'APD (ECCC, 2019).

Source : OCDE (2020).



ENCADRÉ 5.1:

Normes de divulgation et exigences de consentement préalable, libre et éclairé

Les normes de divulgation des entreprises peuvent jouer un rôle important dans l'allocation d'investissement direct étranger (IDE) à des projets qui répondent à divers objectifs environnementaux et sociaux. Le Sustainability Accounting Standards Board, par exemple, vérifie si les projets liés aux ressources naturelles respectent la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones. Ces nouvelles normes internationales sont facultatives, mais elles ouvrent la voie à l'intégration aux IDE de processus de consentement préalable, libre et éclairé (ou de consultations), tant au Canada qu'à l'étranger.

Sources : Rohan (2019); SASB (2018).

changements climatiques, tout en élargissant le marché mondial des technologies propres et en permettant des économies d'échelle. Grâce au resserrement des normes de divulgation, les IDE peuvent aussi aider à atteindre d'importants objectifs sociaux et environnementaux, par exemple en satisfaisant aux exigences de consentement préalable, libre et éclairé et en mobilisant activement les peuples autochtones (voir l'encadré 5.1).

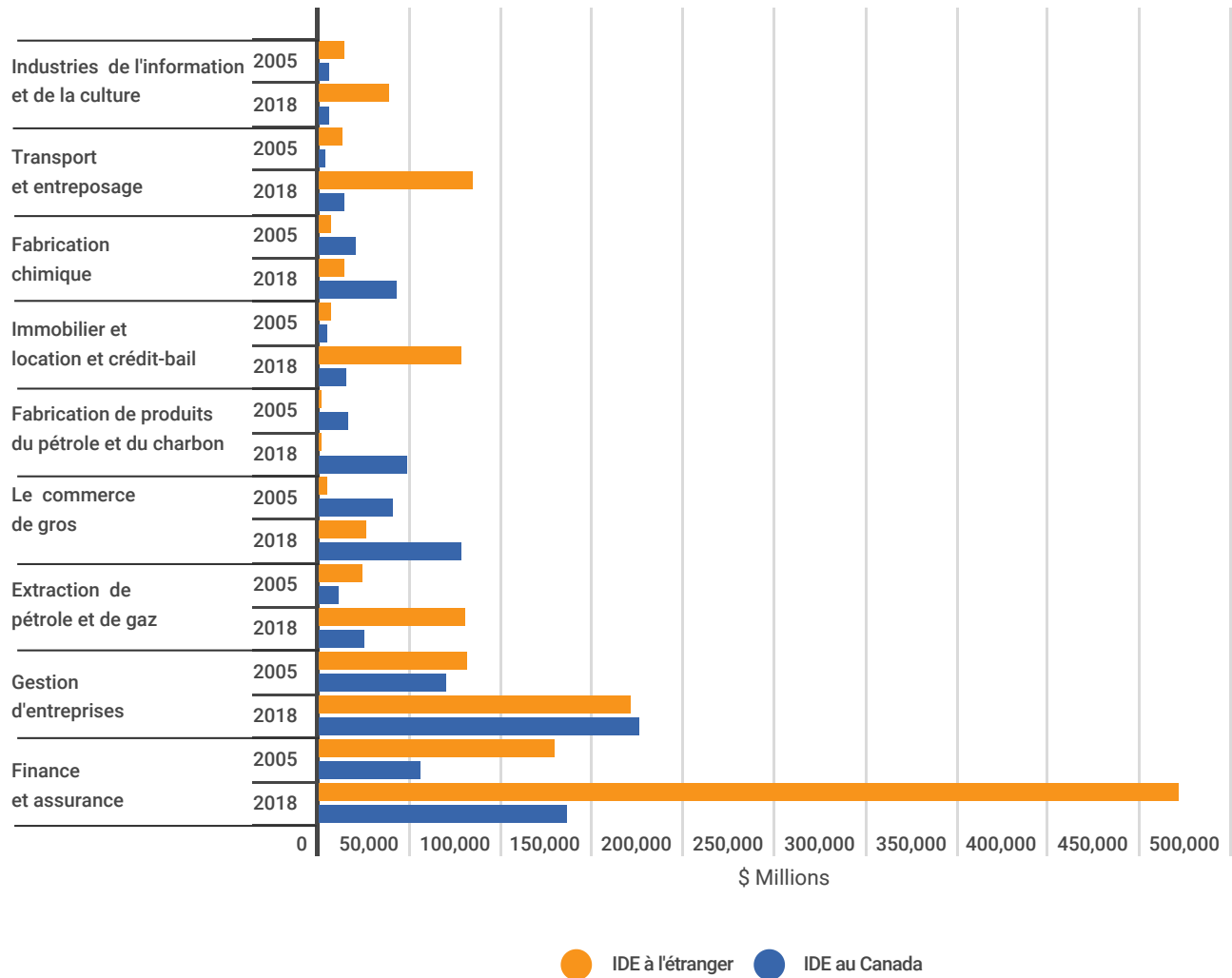
La figure 5.4 montre les flux d'IDE canadiens en 2005 et en 2018 dans les dix plus importants secteurs. Il importe de noter que ces flux d'investissement ne soutiennent pas nécessairement des efforts internationaux de réduction des émissions ou d'amélioration de la résilience aux changements climatiques. Les IDE en extraction de pétrole et de gaz et en fabrication de produits dérivés du pétrole et du charbon, par exemple, ont presque doublé entre 2005 et 2018. Ces tendances témoignent de l'importance pour les investisseurs canadiens d'intégrer les risques liés aux changements climatiques à leurs processus décisionnels.

Les données de la figure 5.4 suggèrent toutefois une croissance importante des secteurs des services, qui produisent généralement moins d'émissions que ceux de l'extraction des ressources naturelles ou de la fabrication de biens. La plus forte croissance est survenue dans le secteur de la finance et des assurances, les IDE sortants ayant presque quadruplé entre 2005 et 2018. Avec la fluctuation des marchés mondiaux, le suivi des flux d'investissement peut révéler les domaines où les investisseurs canadiens s'exposent à des risques liés aux activités à fortes émissions, ou mettre en lumière de nouveaux débouchés.

DONNÉES MANQUANTES

Comme nous l'avons expliqué à l'indicateur 3, il serait bon d'élargir la définition des technologies, produits et services inclus dans les données sur les produits environnementaux et les technologies propres de Statistique Canada. Cela permettrait de dresser un tableau plus complet de la progression de la croissance propre en ce

FIGURE 5.4:
Flux d'investissements directs étrangers canadiens entrants et sortants (2005 et 2018)



Cette figure montre les flux d'IDE canadiens entrants et sortants en 2005 et en 2018. Fait à noter, ces données tiennent compte de tous les IDE canadiens, y compris ceux qui ne sont pas directement liés au climat. La figure dresse un portrait des tendances générales, par exemple l'augmentation marquée des investissements en extraction de pétrole et de gaz. Avec le temps, les flux d'IDE joueront un rôle important dans l'incidence (positive ou négative) du Canada sur la croissance du commerce mondial de biens résilients et sobres en carbone. La sélection des dix principaux secteurs est basée sur la somme des investissements directs étrangers réalisés de 2005 à 2018.

Source : Statistique Canada (2020b)

qui a trait aux changements climatiques. La base de données ne tient pas compte des technologies soutenant la résilience et l'adaptation, ou de l'exploitation des minéraux nécessaires à certaines technologies propres, par exemple. Certaines des technologies ne figurant pas dans les données pourraient être d'importantes sources de commerce résilient et sobre en carbone.

Les données sur les flux financiers internationaux publics et privés liés au climat posent des difficultés semblables. Au Canada, le financement de la lutte contre les changements climatiques provient des secteurs public et privé dans l'ensemble du pays. Dans bien des cas, ces fonds s'ajoutent au financement d'autres donateurs (gouvernements, organisations, secteur privé), et servent à obtenir d'autres sources de financement privé dans le pays bénéficiaire. Le suivi de ces contributions individuelles à partir du Canada est donc complexe.

Toutefois, les méthodes de suivi des flux financiers s'améliorent. L'OCDE joue par exemple un rôle de premier plan sur la scène internationale avec son Réseau de recherche collaborative sur le suivi du financement climatique. Ce réseau met au point des normes interna-

tionales pour le suivi du financement public et de ses effets sur la mobilisation du financement privé (ECCC, 2019). De telles initiatives aident le Canada à mieux évaluer l'incidence de ses investissements à l'étranger¹⁰.

En conclusion, de meilleures données sur les flux financiers et le commerce des produits ETP offriraient un portrait plus juste de la compétitivité du Canada sur le marché international, sans toutefois être suffisantes à elles seules. La transformation des marchés mondiaux pourrait nuire à la compétitivité d'une large part de l'économie canadienne. Le risque est plus élevé pour les industries touchées par les échanges et rejetant de grandes quantités d'émissions comme le pétrole et le gaz, l'exploitation minière, la fabrication de produits chimiques, et le fer et l'acier. Mais d'autres secteurs de l'économie canadienne pourraient aussi faire face à des pressions concurrentielles, par exemple les fabricants automobiles canadiens qui produisent des voitures, des VUS et des camions fonctionnant à l'essence. Pour favoriser une croissance propre au Canada, nous devons mieux comprendre les risques liés au carbone; les données et les analyses actuelles sont toutefois limitées.





6 INVESTISSEMENTS DANS LES INFRASTRUCTURES RÉSILIENTES ET SOBRES EN CARBONE

Les investissements dans les infrastructures résilientes et sobres en carbone sont essentiels à la transition vers un avenir sain, prospère et durable d'ici 2050¹¹. Vu la longue durée de vie des infrastructures, il est important de prendre dès aujourd'hui des décisions d'investissement qui maximiseront les retours attendus pour l'ensemble des objectifs climatiques, économiques, sociétaux et environnementaux (CMEC, 2014; 2015). En examinant les données sur les investissements, les gouvernements pourront voir où sont investis les fonds publics et privés, analyser les retombées générées et déterminer si ces investissements favorisent la réalisation des objectifs de croissance résiliente et sobre en carbone.

STATISTIQUE PRINCIPALE

Investissements publics et privés dans les infrastructures liées au climat

Pour évaluer les infrastructures liées au climat, nous nous fondons sur les flux des investissements annuels publics et privés effectués en 2009 et en 2019 dans certaines catégories, comme l'illustre la figure 6.1. Pour une croissance propre réussie, ces investissements doivent augmenter, tandis que les infrastructures doivent générer moins d'émissions et devenir plus résilientes avec le temps.

Dans l'ensemble, les montants et la composition des investissements dans chaque catégorie ont beaucoup changé entre 2009 et 2019, le montant total des investissements ayant augmenté pour 6 des 11 catégories. Les investissements dans les centrales énergétiques hydrauliques et les réseaux de transport et de distribution d'électricité ont connu la plus forte croissance pour cette période de 11 ans et ont aussi attiré les investissements les plus élevés en chiffres absolus, provenant en grande partie du secteur public (Statistique Canada, 2020). Les grands projets hydroélectriques, comme le barrage du Site C en Colombie-Britannique et celui de Muskrat Falls à Terre-Neuve-et-Labrador, ont probablement largement contribué à ces tendances.

Les investissements en dépollution ont aussi connu une croissance importante. Beaucoup moins importants au départ que les dépenses liées aux réseaux électriques, ils ont été multipliés par 23 entre 2009 et 2019. La majeure partie de ces fonds provenait du secteur public, où les investissements sont passés de 12 millions de dollars en

2009 à 413 millions de dollars en 2019. Ces données reflètent l'adoption de politiques environnementales élargies et plus strictes dans tout le pays.

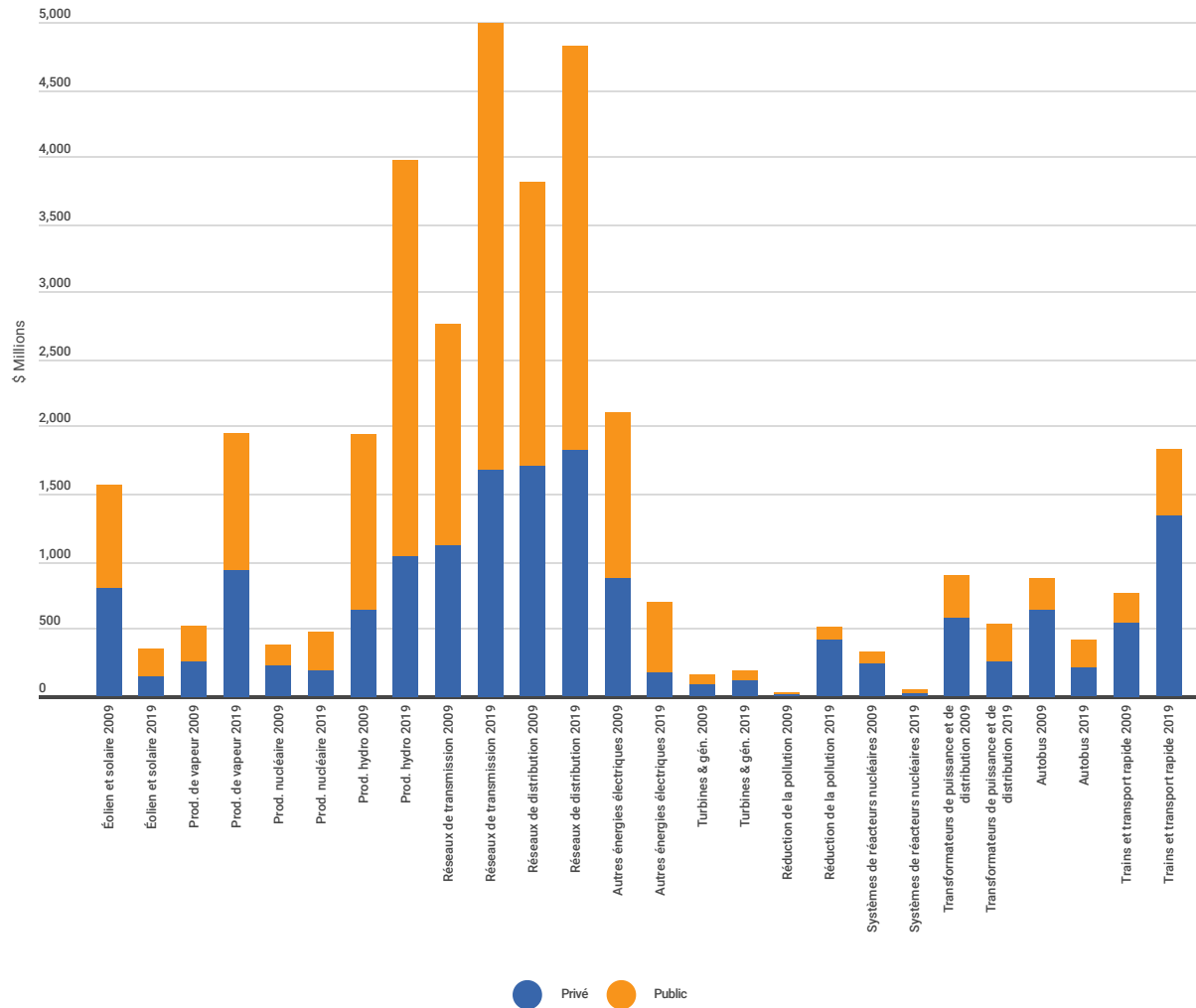
Signalons que les investissements totaux en énergie éolienne et solaire ont diminué de 78 % entre 2009 et 2019, ayant atteint un sommet de près de 2,7 milliards de dollars en 2013. Et bien que la plupart des investissements en énergie éolienne et solaire entre 2009 et 2015 proviennent du secteur privé, c'est le secteur public qui domine entre 2016 et 2019. Le programme ontarien de tarifs de rachat garantis pour les sources d'énergie renouvelable (en vigueur de 2009 à 2017) a été un moteur déterminant pour les investissements privés en énergies renouvelables au Canada (Oji et Weber, 2017; RNCAN, 2020), et son annulation a probablement joué un rôle dans la baisse considérable des nouveaux investissements.

STOCK D'INFRASTRUCTURES LIÉES AU CLIMAT

Le stock total des infrastructures est tout aussi important, sinon plus, que les flux des investissements annuels décrits ci-dessus. Dans le contexte de la transition vers 2050, le stock d'infrastructures résilientes et sobres en carbone (résultant des flux d'investissement susmentionnés) devrait croître avec le temps, tandis que le stock d'infrastructures à fortes émissions de GES devrait diminuer.

FIGURE 6.1:

Investissements publics et privés dans certaines infrastructures liées au climat (2009 et 2019)



Cette figure illustre la valeur réelle (en dollars constants) des investissements publics et privés dans certaines catégories d'infrastructures liées au climat. Elle comprend les investissements dans les réseaux électriques (production, transport, distribution), dans d'autres systèmes énergétiques (dépollution, réacteurs nucléaires) et dans les réseaux de transport (autobus, réseau ferroviaire, transport en commun rapide). En chiffres absolus, les investissements les plus élevés étaient consacrés au transport et à la distribution d'électricité, catégories où la majorité des fonds provenaient du secteur public. Fait à noter, les catégories illustrées constituent un sous-ensemble des investissements totaux dans les infrastructures; elles sont établies par Statistique Canada. Elles sont donc utilisées à titre indicatif seulement et ne couvrent pas tous les investissements liés au climat dont il est question dans la présente section. Les investissements tiennent compte des dépenses pour la construction de nouvelles infrastructures et pour l'entretien des infrastructures existantes (Statistique Canada, 2019).

Source : Statistique Canada (2020). Nota : Les montants sont donnés en dollars constants de 2012.

La figure 6.2 montre la valeur totale de certaines catégories d'infrastructure nécessaires à la transition vers 2050, qui s'élevait à 250 milliards de dollars en 2019. En chiffres absolus, les infrastructures liées à l'électricité représentent l'actif à la valeur la plus élevée illustrée, ce qui correspond aux flux d'investissements de la figure 6.1. Au sein de cette catégorie, ce sont les actifs des

centrales énergétiques hydrauliques et des réseaux de transport et de distribution d'électricité qui ont la valeur la plus élevée, puisqu'ils comprennent généralement d'énormes projets d'infrastructure requérant des investissements considérables pour leur construction et leur entretien. Les centrales électronucléaires, ainsi que les centrales éoliennes et les panneaux solaires, sont égale-

ment d'importants éléments de l'infrastructure liée à l'électricité au Canada, mais représentent des actifs moins importants. Dans l'ensemble, la croissance continue du stock d'infrastructures liées à l'électricité au Canada aura une incidence considérable sur la réduction des émissions nationales à long terme. Il importe donc d'autant plus de tenir compte des risques physiques que présentent les changements climatiques pour ce secteur.

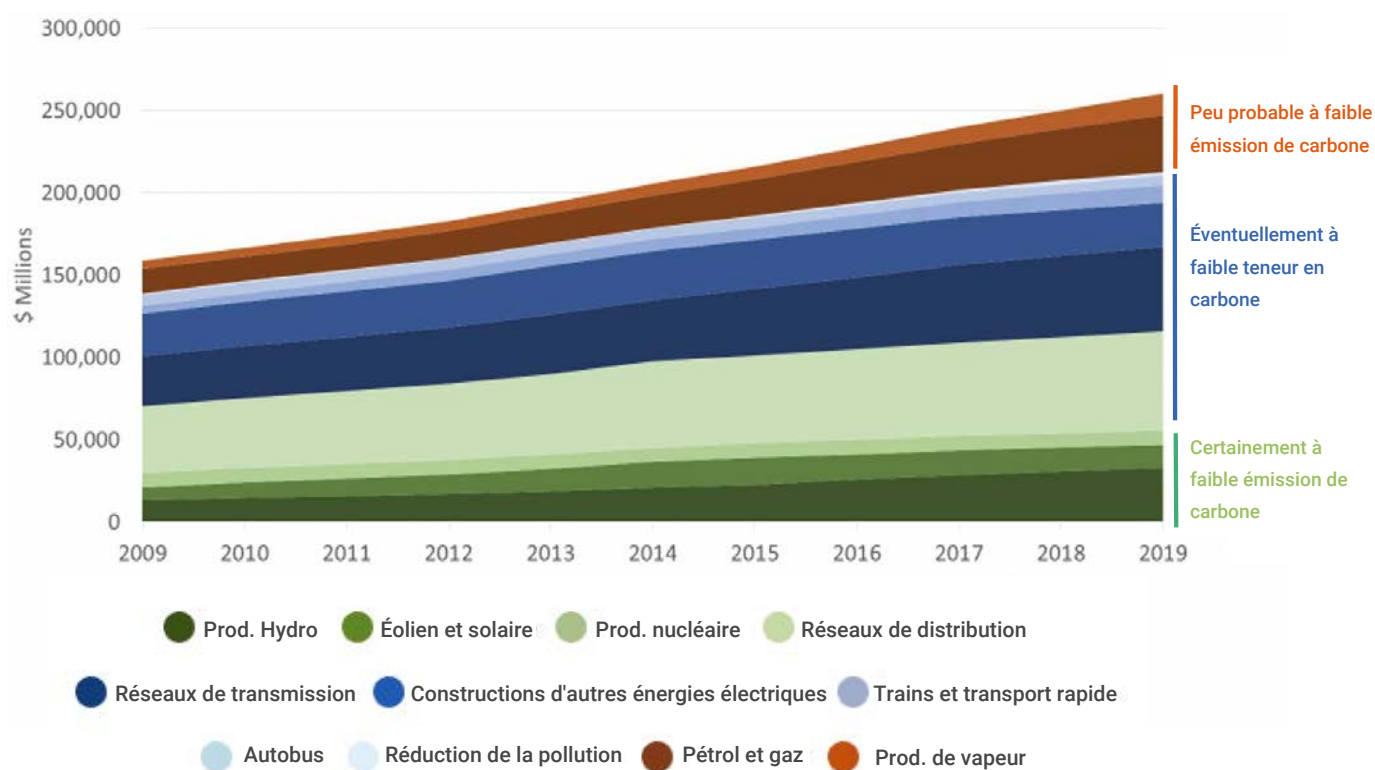
L'incidence climatique des autres types d'infrastructure est plus complexe à évaluer, particulièrement si l'on tient compte d'autres objectifs de croissance propre. Par exemple, la valeur totale des infrastructures liées aux

autobus au Canada a légèrement diminué (-13 %) entre 2009 et 2019, tandis que la valeur des infrastructures ferroviaires et de transport en commun rapide a plus que doublé (120 %). Ces tendances témoignent peut-être d'un remplacement des parcs d'autobus à moteur diesel polluants par des moyens de transport en commun rapides et plus efficaces. Toutefois, avec la massification des autobus électriques et à hydrogène, la croissance continue des infrastructures liées aux autobus et au transport en commun rapide pourrait être souhaitable.

L'inclusion dans la figure 6.2 des infrastructures pétrolières et gazières permet d'illustrer la difficulté d'évaluer l'inci-

FIGURE 6.2:

Stock net de certaines infrastructures liées au climat (et aux combustibles fossiles) (2009 à 2019)



Cette figure illustre le stock net (en dollars constants) pour certaines catégories d'infrastructures liées au climat de 2009 à 2019. Si la figure 6.1 montre les flux d'investissements dans chacune des catégories par année, celle-ci donne la valeur totale du stock net pour chaque catégorie (c'est-à-dire les nouveaux investissements combinés à la valeur existante, moins la dépréciation), pour un total de plus de 250 milliards de dollars en 2019. Elle présente aussi les actifs liés aux combustibles fossiles, à titre comparatif. En chiffres absolus, les infrastructures canadiennes liées à l'énergie électrique dominent; toutefois, le stock d'infrastructures pétrolières et gazières a plus que doublé pendant la même période et représente la troisième catégorie en importance, en fonction de la valeur, en 2019. Les différentes catégories sont classées selon la possibilité « élevée », « modérée » ou « faible » d'être sobres en carbone afin de mieux illustrer la possibilité que ces investissements entraînent une réduction des GES.

Source : Statistique Canada (2020). Nota : Les montants sont donnés en dollars constants de 2012.

dence des infrastructures sur le climat. Le stock de centrales énergétiques à la vapeur (c. à-d. de production d'électricité issue de combustibles fossiles) a augmenté progressivement de 2009 à 2019, pour finalement plus que doubler. Et même si l'on peut s'attendre à ce que les stocks d'actifs liés aux combustibles fossiles diminuent avec le temps grâce aux mesures drastiques de réduction des émissions de GES au Canada, ce ne sera pas forcément le cas. Le captage et le stockage du CO₂ et d'autres technologies émergentes pourraient aider à réduire les émissions de GES produites par les infrastructures liées aux combustibles fossiles¹². D'un autre côté, la pollution atmosphérique et l'incidence sur les écosystèmes de tous les types d'infrastructures peuvent aussi influencer les décisions, comme on le verra avec les indicateurs 10 et 11.

LACUNES DES STOCKS ET DES FLUX D'INVESTISSEMENT COMME INDICATEURS

Utiles pour connaître les investissements passés en infrastructure dans les principaux secteurs, les données des figures 6.1 et 6.2 offrent cependant un portrait incomplet

de la relation entre les tendances des investissements et la croissance propre.

Tout d'abord, les données ne concernent qu'un petit sous-ensemble d'infrastructures liées au climat au Canada. Les figures ne montrent pas les tendances d'investissement nationales dans d'autres secteurs importants, par exemple l'amélioration de l'efficacité énergétique, la résilience climatique et les infrastructures naturelles. Cela s'explique en partie par les données incomplètes dans ces domaines (voir la section Données manquantes), mais le principal problème est que le Canada n'a pas de définition et de classification complète des investissements en infrastructures liées au climat.

Le tableau 6.1 propose une meilleure approche pour la définition et la surveillance des investissements en infrastructures liées au climat dans quatre catégories : les infrastructures sobres en carbone, les infrastructures favorisant la sobriété en carbone, les infrastructures résilientes et les infrastructures naturelles. Chacune de ces catégories joue un rôle important dans une croissance propre. À noter que les catégories du tableau 6.1 ne s'excluent pas mutuellement. Les investissements peuvent remplir plusieurs

Encadré 6.1:

Le secteur public, moteur d'investissements privés et institutionnels dans les infrastructures liées au climat

Les fonds privés et institutionnels (fonds de pension) investissent généralement dans les projets ayant le meilleur rendement financier (NRDC *et al.*, 2016). Puisque les marchés ont jusqu'à maintenant échoué à reconnaître la valeur des avantages climatiques et sociaux, et que les investissements dans les infrastructures résilientes et sobres en carbone peuvent présenter un risque élevé et offrir un rendement moindre, une intervention gouvernementale pourrait être nécessaire. Les politiques mises en place pourraient comprendre des obligations de divulgation, des partenariats public-privé, des banques d'infrastructure, des règlements et des tarifs qui inciteront les investisseurs à canaliser et à réorienter les fonds dans les infrastructures résilientes et sobres en carbone et résilientes.

Sources : Commission mondiale sur l'économie et le climat (2015); Infrastructure Canada (2018); NRDC *et al.*, 2016); Banque de l'infrastructure du Canada (2020); GIFCC (2019).

TABLEAU 6.1:

Types d'investissements en infrastructures liées au climat

Type d'infrastructure liée au climat	Principaux avantages pour le climat	Retombées économiques potentielles	Avantages connexes potentiels
SOBRES EN CARBONE OU SANS CARBONE (ex. : énergie nucléaire ou renouvelable, bâtiments à énergie zéro)	Réduction des émissions de GES	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Hausse de l'activité économique et des emplois ▶ Délaissement des actifs à fortes émissions avec le temps 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Réduction de la pollution atmosphérique et amélioration de la santé et du bien-être
FAVORISANT LA SOBRIÉTÉ EN CARBONE (ex. : transport d'électricité, infrastructure de recharge pour véhicules électriques, stockage par batterie)	Réduction des obstacles aux technologies ou aux comportements sobres en carbone (ex. : coût, réseaux, commodité)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Hausse de l'activité économique et des emplois ▶ Création d'actifs de valeur à long terme 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Réduction de la pollution atmosphérique et amélioration de la santé et du bien-être ▶ Amélioration du confort et de la mobilité
RÉSILIENTES (ex. : digues, ouvrages de protection, ponts surélevés, bâtiments résistants aux feux et aux inondations)	Réduction des risques et des coûts associés aux répercussions climatiques pour la population et les collectivités	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Hausse de l'activité économique et des emplois ▶ Réduction des risques de dommages matériels ▶ Réduction des risques de perturbation de la chaîne d'approvisionnement ou des activités 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Amélioration de la santé et de la sécurité ▶ Amélioration de l'autonomie locale ▶ Protection des populations vulnérables
NATURELLES (ex. : rétablissement des milieux humides, plantation d'arbres)	Réduction des émissions de GES ou amélioration de la résilience	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Hausse de l'activité économique et des emplois ▶ Réduction potentielle des coûts et des perturbations économiques associés aux inondations et aux vagues de chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Amélioration de la biodiversité et création d'habitats ▶ Amélioration des espaces verts et récréatifs ▶ Réduction des îlots de chaleur ▶ Amélioration de la qualité de l'eau ▶ Réduction de la pression sur les systèmes de gestion des eaux usées ▶ Amélioration de la qualité de l'air et de la santé

objectifs en même temps; en fait, le cadre offre une manière plus structurée de repérer les investissements en infrastructures qui offrent le meilleur rendement en matière de croissance propre. Il est également utile pour repérer les projets qui contribuent à l'atteinte d'un objectif tout en nuisant à d'autres, par exemple des infrastructures à l'alimentation électrique faible en carbone, mais qui ne sont pas conçues pour résister aux événements climatiques extrêmes (« inadaptées »).

En second lieu, les données n'indiquent pas dans quelle mesure les investissements concordent avec les objectifs de croissance propre à long terme. Il est possible que les investissements permettent de réduire les émissions de GES ou d'améliorer la résilience; cela ne veut toutefois pas nécessairement dire qu'ils contribuent aux objectifs à long terme.

Étant donnée la longue durée de vie des infrastructures, les décisions prises aujourd'hui auront une incidence considérable dans le futur. Elles peuvent notamment créer un « effet de sentier »; il est alors difficile et coûteux de revenir en arrière. Par exemple, les améliorations aux infrastructures côtières peuvent aller *dans le même sens* que l'objectif canadien d'amélioration de la résilience à la hausse du niveau des mers. Mais si le système ne représente qu'une légère amélioration (par exemple, s'il protège les actifs à valeur élevée d'une légère hausse du niveau des mers, mais pas des hausses importantes prévues par certains scénarios d'évolution du climat), il ne contribue pas nécessairement à l'objectif canadien de résilience économique à long terme.

Cette limite signifie aussi que les tendances en matière d'investissement n'ont qu'une valeur réduite pour éclairer les choix *futurs* (dans les secteurs public et privé). Les données antérieures peuvent mettre en lumière certaines lacunes nécessitant de nouvelles politiques, mais d'autres analyses sont requises pour déterminer où il faudrait investir des fonds publics limités. Pour établir les priorités, il faut également comprendre les obstacles aux investissements privés dans les infrastructures liées au climat, et évaluer les avantages actuels et futurs de différents projets pour la société (encadré 6.1).

DONNÉES MANQUANTES

Le Canada dispose déjà de données de qualité sur les investissements nationaux dans certains types d'infrastructures (comme le montrent les figures 6.1 et 6.2), mais la portée et la précision de ces données pourraient être améliorées. Les technologies de capture, d'utilisation et de stockage du carbone pourraient par exemple jouer un rôle de premier plan dans la décarbonation des industries canadiennes à fortes émissions; elles sont déjà utilisées dans certaines installations. Les ensembles de données de Statistique Canada ne donnent toutefois pas d'information sur ce type précis d'investissements. Ils ne tiennent pas compte non plus de certains secteurs d'investissement émergents, comme les infrastructures de recharge pour les véhicules électriques. Relativement simple, l'ajout de nouvelles catégories détaillées aux enquêtes et aux rapports existants fournirait de précieux renseignements.

Dans d'autres situations, par contre, les données sur les investissements liés au climat sont moins accessibles ou carrément inexistantes. Il existe par exemple peu de données à l'échelle nationale et provinciale sur les investissements dans les infrastructures naturelles et dans les infrastructures résilientes au Canada. Les données sur les investissements liés au climat dans le stock de bâtiments canadien sont aussi rares, particulièrement pour ce qui est des rénovations. Ce genre d'investissements à petite échelle existe dans l'ensemble du pays, ce qui en complique le suivi et la surveillance. Ces secteurs d'investissement sont pourtant appelés à jouer un rôle important dans la transition vers 2050. Heureusement, différentes initiatives pourraient permettre d'inclure des données supplémentaires à l'avenir (encadré 6.2).

Le Canada pourrait aussi s'inspirer des expériences et des approches internationales pour mettre en œuvre un cadre de rapport plus complet correspondant aux catégories proposées dans le tableau 6.1. Le financement de l'aide publique au développement international est par exemple catégorisé comme une mesure d'atténuation des changements climatiques ou comme une mesure d'adaptation à ces changements. Les investissements pourraient être catégorisés selon leurs objectifs

principaux, secondaires ou tertiaires afin de repérer ceux qui permettent d'atteindre plusieurs objectifs.

Pour terminer, tous les ordres de gouvernement canadiens pourraient profiter de données et d'analyses prospectives afin de s'assurer que les investissements

publics et privés actuels dans les infrastructures contribuent aux objectifs de croissance propre à long terme du Canada. L'Institut canadien pour des choix climatiques étudie présentement ces questions afin d'alimenter les importantes discussions qui nous attendent.



ENCADRÉ 6.2:

Premières démarches de suivi des investissements liés au climat

Certaines organisations, par exemple le Conseil national de recherches Canada, travaillent de concert avec Infrastructure Canada pour mettre au point des normes de résilience aux inondations, aux incendies et aux phénomènes météorologiques extrêmes pour les bâtiments et autres infrastructures. Les données de ce genre pourraient être intégrées à un système de suivi global fournissant des renseignements sur les infrastructures résilientes à l'échelle nationale et provinciale. Elles pourraient s'ajouter aux données sur les investissements déjà recueillies par Statistique Canada. Certaines collectivités locales commencent également à intégrer les investissements liés au climat à leur planification de gestion des actifs; ce type d'approche n'est toutefois pas encore très répandu et il n'existe pas de données globales (FCM, 2019). Les efforts déployés pour élargir la portée des pratiques exemplaires de gestion des actifs offrent une belle occasion d'améliorer l'établissement des priorités, ainsi que le développement et le suivi des investissements liés au climat.

Sources : FCM (2019); Infrastructure Canada (2019).



7 EMPLOIS SOBRES EN CARBONE

Les politiques climatiques nationales et internationales, ainsi que la transformation des marchés et des investissements qui en découle, auront des effets positifs et négatifs sur le marché du travail canadien. La transition vers une croissance propre ne peut réussir que si l'économie canadienne continue à générer des emplois de qualité dans l'ensemble du pays. Les données peuvent nous aider à comprendre et à suivre différentes tendances au fil du temps, orientant les décisions quant aux politiques afin d'améliorer la vie des Canadiens. Bien que l'incidence générale sur le marché du travail soit importante, les choix en matière de politiques doivent aussi tenir compte des défis à l'échelle sectorielle, régionale et individuelle afin de protéger ceux qui pourraient perdre leur emploi et d'aider davantage de Canadiens à profiter des nouvelles possibilités qui s'offrent.

STATISTIQUE PRINCIPALE

Découplage des emplois et des GES

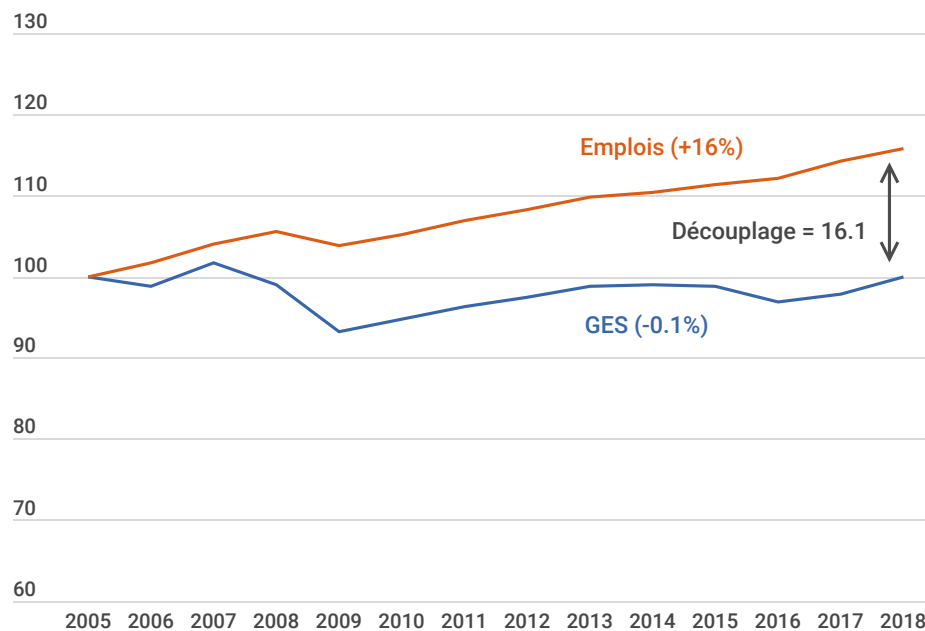
Si la transition vers un avenir sain et prospère est un succès, les emplois canadiens continueront d'augmenter avec la diminution des GES. Notre principale statistique pour mesurer les emplois sobres en carbone est donc l'écart entre les tendances en matière d'emploi et de GES de 2005 à 2018 (figure 7.1). Cette statistique montre le nombre d'emplois existants ainsi que les

nouvelles sources d'emplois sobres en carbone, à l'heure où le Canada réduit ses émissions de GES. Entre 2005 et 2018, le nombre total d'emplois a augmenté de 16 %, tandis que les émissions de GES sont demeurées relativement stables (-0,1 %).

Fait à noter, cet indicateur n'établit aucune distinction entre les emplois « verts » et polluants, le premier

FIGURE 7.1:

Découplage des emplois et des GES – comparaison de l'évolution des indices en matière d'emploi et de GES, de 2005 à 2018



Cette figure montre le degré de découplage entre les emplois et les émissions de GES de 2005 à 2018. Il s'agit d'un indice normalisé, les niveaux d'emploi et de GES en 2005 équivalant à 100. Dans l'ensemble, le nombre d'emplois a augmenté de 16 %, tandis que les émissions de GES sont demeurées relativement stables.

Sources : Calculs basés sur les données de Statistique Canada (2020a); ECCC (2020a).



ENCADRÉ 7.1

Emplois sobres en carbone et productivité du travail

Si l'on considère la main-d'œuvre comme un intrant du rendement économique, l'utilisation d'un plus grand nombre d'employés par unité de PIB est inefficace. En fait, une croissance de l'emploi plus lente que la croissance du PIB témoigne d'une *amélioration* de la productivité du travail. Cette amélioration peut entraîner des profits et des salaires plus élevés, de nouveaux investissements et une assiette fiscale élargie, favorisant ainsi la croissance économique et la hausse du niveau de vie. L'automatisation accrue, par exemple, pourrait réduire les besoins en main-d'œuvre dans certains secteurs.

De nouvelles mesures de la productivité émergent toutefois, qui pourraient justifier des activités d'emploi moins efficaces aux effets bénéfiques pour l'environnement. Dans le cadre de ses études sur la croissance verte, l'OCDE a mis au point un indicateur plus général, la productivité multifactorielle corrigée des incidences environnementales, qui considère la main-d'œuvre, le capital et les ressources naturelles comme des intrants et les émissions de gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique comme des extrants. L'intégration des considérations environnementales aux mesures de la productivité pourrait orienter les décisions sur l'optimisation d'intrants comme la main-d'œuvre, le capital et les ressources naturelles.

Certains objectifs sociaux pourraient également justifier des activités d'emploi moins efficaces. Par exemple, les investissements faits en 2020 par le gouvernement canadien pour le nettoyage de puits de pétrole et de gaz orphelins et abandonnés sont une source d'emploi pour les entreprises de services touchées par les restrictions liées à la pandémie de COVID-19 et par la chute des prix du pétrole. Cela peut sembler inefficace du point de vue du PIB généré par heure de travail, mais l'objectif est d'aider les entreprises à rester à flot et d'éviter des mises à pied, tout en réduisant un passif environnemental coûteux qui n'est pas pris en compte dans le PIB.

Sources : Anderson (2020); Baldwin et al. (2015); OCDE (2017); Winter et Moore (2013).

terme étant généralement utilisé pour décrire la transition du marché de l'emploi vers une économie sobre en carbone (OIT, 2016). C'est là une bonne chose : la catégorisation des emplois en fonction de leur valeur environnementale présente bien des défis, mais offre peu d'avantages. En mesurant le degré de découplage, on met tous les emplois sur un même pied et on tient compte de l'incidence nette sur le marché du travail, en comptabilisant à la fois les pertes et les gains. À l'heure où le Canada découplera les GES de la croissance de son PIB, plusieurs emplois évolueront et nécessiteront davantage de tâches liées aux changements climatiques. Dans la mesure où le total des émissions de GES diminue, peu importe le type d'emplois : ce qui compte, c'est que les Canadiens aient des emplois stables et enrichissants.

D'un autre côté, l'objectif ne se limite pas nécessairement à une simple augmentation du nombre d'emplois par rapport aux émissions de GES. Il faut augmenter le nombre d'emplois et réduire les GES tout en favorisant une utilisation efficace de la main-d'œuvre. Le fait que la croissance de l'emploi a été plus lente que la croissance du PIB (indicateur 1) témoigne d'une augmentation de la productivité du travail, ce qui est généralement un facteur positif de croissance économique (encadré 7.1). Quoique légitime, cette limitation n'invalide pas la statistique utilisée ici; une croissance économique sans croissance de l'emploi peut présenter des défis pour la société.

DÉCOUPLAGE DES EMPLOIS RÉGIONAUX

Le découplage des emplois et des GES varie considérablement d'une province à l'autre. La Nouvelle-Écosse, l'Ontario, le Nouveau-Brunswick, le Québec et l'Île-du-Prince-Édouard ont réduit leurs émissions tout en assurant le maintien ou la hausse des emplois (figure 7.2). La Colombie-Britannique, Terre-Neuve-et-Labrador, le Manitoba, la Saskatchewan et l'Alberta ont aussi connu une hausse des emplois depuis 2005, mais assortie d'une hausse des émissions de GES.

Ces tendances de découplage (à l'échelle nationale et provinciale) suivent généralement les tendances de

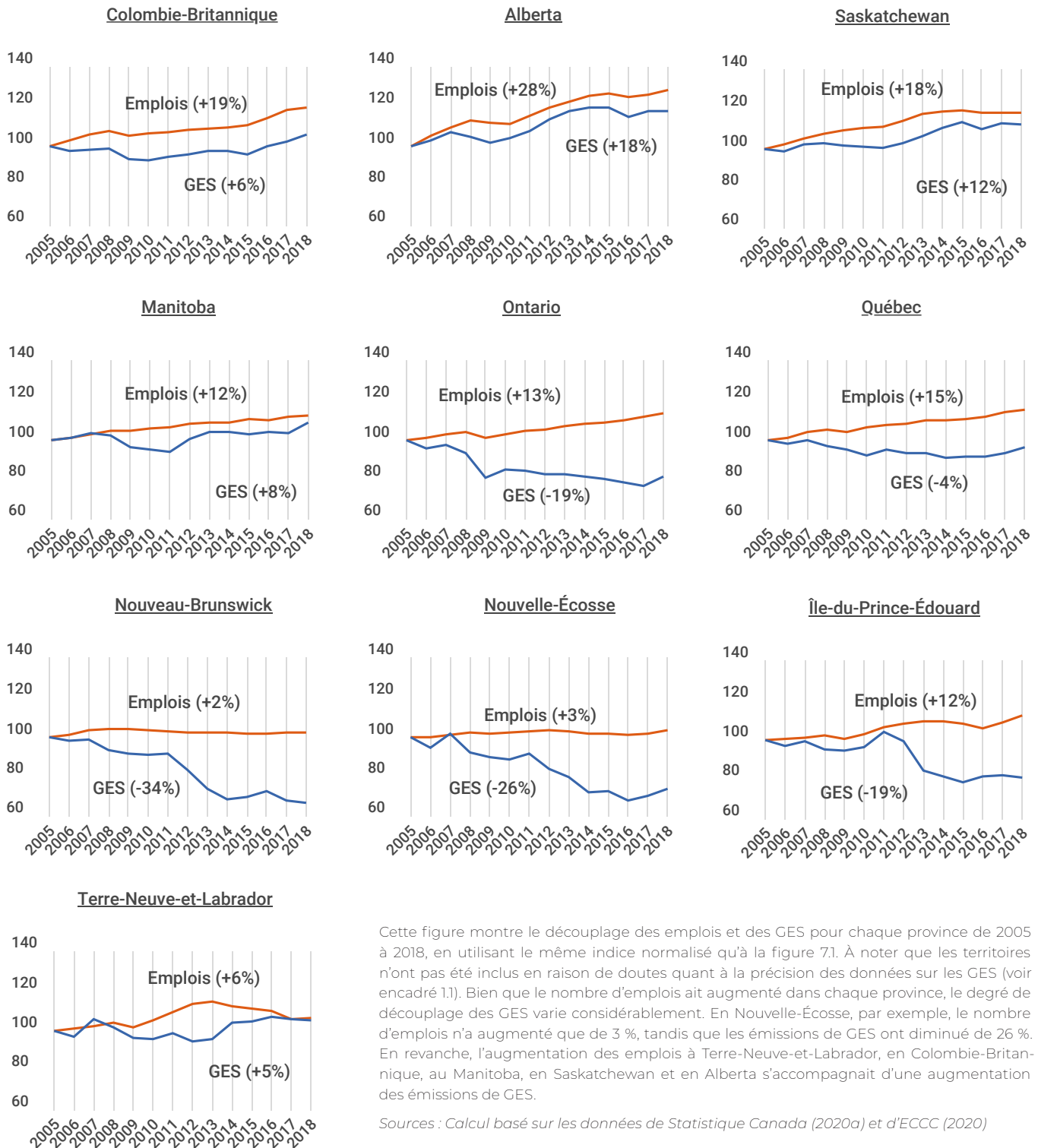
découplage des GES et du PIB (indicateur 1); la croissance de l'emploi est plus lente que celle du PIB. Le ralentissement de la croissance de l'emploi est particulièrement marqué au Manitoba, où le PIB a augmenté de 34 % au cours de la période, tandis que la croissance de l'emploi n'a été que de 12 %. Comme mentionné plus haut, on peut considérer cela comme un progrès dans l'atteinte des objectifs de croissance économique en ce qui a trait à l'augmentation de la productivité du travail. Le Manitoba avait un taux d'emploi de 63 % en 2019, ce qui est au-dessus de la moyenne canadienne. Les emplois ne sont toutefois pas répartis uniformément dans la province, puisque les régions de Parklands et du Nord du Manitoba ont un taux d'emploi sous la moyenne (Statistique Canada, 2020a).

Pour évaluer la corrélation entre les emplois et les émissions de GES, nous mesurons la productivité du travail liée aux GES en nombre d'emplois par Mt éq. CO₂ émises (tableau 7.1). Les emplois au Québec, à l'Île-du-Prince-Édouard et en Ontario sont moins liés aux émissions de GES, tandis que les emplois en Saskatchewan, en Alberta et à Terre-Neuve-et-Labrador le sont davantage. Comme mentionné à l'indicateur 1, cela s'explique par la plus grande proportion d'industries à fortes émissions, comme les industries du pétrole et du gaz naturel, dans ces trois provinces.

Les statistiques globales sur l'emploi peuvent occulter certains défis auxquels font face les secteurs, les collectivités et les citoyens. Les mesures internationales et nationales de réduction des émissions de GES transformeront l'économie, ce qui aura des répercussions sur les types de travailleurs et de compétences recherchés. Par conséquent, les risques de perte d'emploi pourraient être plus élevés pour certains secteurs, certaines collectivités et certaines personnes, augmentant ainsi les besoins en perfectionnement des compétences et en formation pour assurer un maintien des emplois ou la création de nouvelles perspectives. Pour assurer une transition équitable et en douceur, il faut trouver des moyens de réduire les pertes d'emploi, préparer les travailleurs et élargir l'accès aux nouvelles possibilités.

FIGURE 7.2:

Découplage des emplois et des GES – comparaison des indices de changement en matière d’emploi et de GES par provinces, de 2005 à 2017

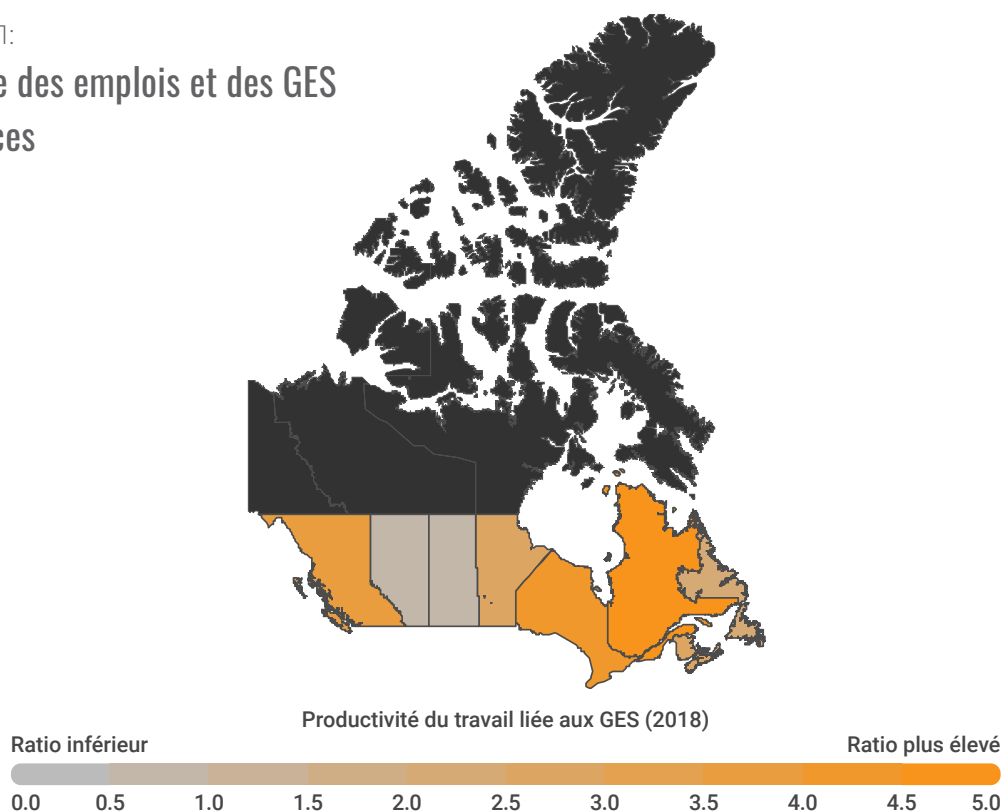


Cette figure montre le découplage des emplois et des GES pour chaque province de 2005 à 2018, en utilisant le même indice normalisé qu'à la figure 7.1. À noter que les territoires n'ont pas été inclus en raison de doutes quant à la précision des données sur les GES (voir encadré 1.1). Bien que le nombre d'emplois ait augmenté dans chaque province, le degré de découplage des GES varie considérablement. En Nouvelle-Écosse, par exemple, le nombre d'emplois n'a augmenté que de 3 %, tandis que les émissions de GES ont diminué de 26 %. En revanche, l'augmentation des emplois à Terre-Neuve-et-Labrador, en Colombie-Britannique, au Manitoba, en Saskatchewan et en Alberta s'accompagnait d'une augmentation des émissions de GES.

Sources : Calcul basé sur les données de Statistique Canada (2020a) et d'ECCC (2020)

TABLEAU 7.1:

Découplage des emplois et des GES par provinces



Province	Découplage des emplois et des GES (2005 à 2018)			Productivité du travail liée aux GES (2018) (emplois/éq. CO ₂)
	Emplois (%)	GES (%)	Score de découplage	Ratio
Colombie-Britannique	19,3	5,6	13,7	3,81
Alberta	28,0	17,5	10,5	0,86
Saskatchewan	18,3	12,3	6,0	0,75
Manitoba	12,4	8,3	4,1	2,97
Ontario	13,5	-18,8	32,3	4,39
Québec	15,0	-4,1	19,1	5,16
Nouveau-Brunswick	2,1	-33,6	35,7	2,67
Nouvelle-Écosse	3,1	-26,4	29,5	2,68
Île-du-Prince-Édouard	12,3	-19,4	31,7	4,53
Terre-Neuve-et-Labrador	6,1	5,3	0,8	2,05
Canada	+15,7	-0,1	+15,8	2,56

Ce tableau donne le score de découplage pour chaque province; ce dernier permet de mesurer l'écart entre la croissance de l'emploi et les émissions de GES illustré à la figure 6.2. À noter que les territoires n'ont pas été inclus en raison de doute quant à la précision des données sur les GES (voir encadré 1.1). L'Ontario avait un score de découplage de 32,3, calculé en soustrayant le taux de croissance de l'emploi (13,5 %) du taux de croissance des GES (-18,8 %). Le tableau présente également un indicateur de productivité du travail liée aux GES pour chaque province, qui indique le nombre d'emplois en proportion de la quantité d'équivalent CO₂ émise (milliers d'emplois par millier de tonnes d'équivalent CO₂). Plus le résultat est élevé, plus la corrélation est faible entre les emplois et les émissions de GES.

Source : Statistique Canada (2020a); ECCC (2020).

RISQUES ET POSSIBILITÉS POUR LES SECTEURS

Afin de repérer les risques et les possibilités liés aux changements climatiques pour les différents secteurs, nous considérons quatre facteurs : 1) les risques d'une transition nationale vers une économie sobre en carbone; 2) les risques d'une transition mondiale vers une économie

sobre en carbone; 3) les risques liés aux changements climatiques; 4) les possibilités offertes par la transition vers une économie sobre en carbone (tableau 7.2). En tenant compte de diverses sources, on peut estimer l'importance des risques et des possibilités pour l'emploi

TABLEAU 7.2:

Échelle approximative des possibilités et risques à long terme par secteurs

	RISQUES			POSSIBILITÉS
	Transition nationale	Transition mondiale	Changements climatiques	Croissance propre
Exploitation minière, exploitation de carrières et extraction de pétrole et de gaz	Importance majeure	Importance majeure	Importance potentielle	Importance majeure
Services publics (électricité, gaz naturel, eau)	Importance majeure	Importance potentielle	Importance potentielle	Importance majeure
Fabrication	Importance majeure	Importance majeure	Importance potentielle	Importance majeure
Construction	Importance potentielle	Importance potentielle	Importance potentielle	Importance majeure
Agriculture, foresterie, chasse et pêche	Importance majeure	Importance potentielle	Importance majeure	Importance majeure
Transport et entreposage	Importance majeure	Importance majeure	Importance potentielle	Importance majeure
Finance et assurances	Importance majeure	Importance majeure	Importance majeure	Importance majeure
Services professionnels, scientifiques et techniques	Importance potentielle	Importance potentielle	Importance potentielle	Importance majeure

LÉGENDE					
Possibilités	Importance majeure	Importance considérable	Importance moyenne	Importance potentielle	Importance limitée
Risques	Importance majeure	Importance considérable	Importance moyenne	Importance potentielle	Importance limitée

Ce tableau indique l'importance approximative des risques et des possibilités pour l'emploi dans chaque secteur. Les secteurs pour lesquels aucun des quatre facteurs n'a été jugé d'une importance considérable ou majeure ont été omis. L'évaluation est fondée sur différentes sources, ainsi que sur les connaissances des experts et des employés de l'Institut, en tenant compte de l'horizon 2050. Le tableau ne vise qu'à illustrer notre propos et ne tient pas compte des variations dans le temps ou entre les régions. Le regroupement des secteurs passe sous silence les variations considérables entre les sous-secteurs.

Sources : ICC, 2020; ECCC, 2016; ECCC, 2019; ECCC, 2020; EDC, 2020; GEFD, 2019; CTJ, 2017; RNCAN, 2015; Iron & Earth, 2016; NCE, 2018; Statistique Canada, 2020c; Moffatt, 2019

dans chaque secteur. D'autres études et analyses de scénarios seront toutefois nécessaires pour bien comprendre cette dynamique complexe.

Pour chaque secteur, la transition créera à *la fois* des possibilités d'emploi (demande accrue en technologies, produits et services sobres en carbone ou en métaux et minéraux nécessaires à ces technologies) et des risques (augmentation des coûts en capital et des coûts d'exploitation ou réduction de la demande et des investissements). La manière dont les entreprises géreront ces risques et s'adapteront pour profiter des nouvelles possibilités déterminera l'effet net sur le marché de l'emploi. Les entreprises considérées comme vulnérables aux politiques climatiques pourraient innover et diversifier leur gamme de produits, réduisant ainsi leur vulnérabilité et profitant de nouveaux débouchés. Certaines entreprises pourraient plutôt opter pour des stratégies de compression des coûts et réduire leur main-d'œuvre, tandis que d'autres pourraient investir dans de nouvelles technologies qui réduiraient leurs émissions.

Fait à noter, les risques du marché, qu'ils soient liés ou non aux changements climatiques, interagissent avec les tendances à court et à long terme en matière d'emploi. Dans le passé, les changements les plus dramatiques en matière d'emploi étaient le fait de facteurs indépendants des changements climatiques, comme des récessions ou des bouleversements du prix des produits de base. En faisant le suivi des gains et des pertes d'emploi au fil du temps pour chaque secteur, et en analysant les facteurs liés ou non aux changements climatiques, on peut mieux comprendre le contexte de l'élaboration des politiques climatiques. Un secteur exposé à de nombreux risques pourrait être plus sujet à des pertes d'emploi causées par une transition vers la sobriété en carbone.

Les tendances futures en matière d'emploi dépendront également de la création de nouvelles perspectives d'emploi. Les tendances technologiques nationales et internationales transforment les marchés en mettant l'accent sur les mégadonnées, l'intelligence artificielle, l'automatisation, les technologies de la santé, les technologies propres et les biens de consommation pour des marchés émer-

gents en plein essor (Manyika, 2017). Ces fluctuations des marchés présentent certains défis, mais elles ouvrent aussi de nouveaux débouchés pour les jeunes entreprises, ainsi que pour les entreprises établies qui savent s'adapter.

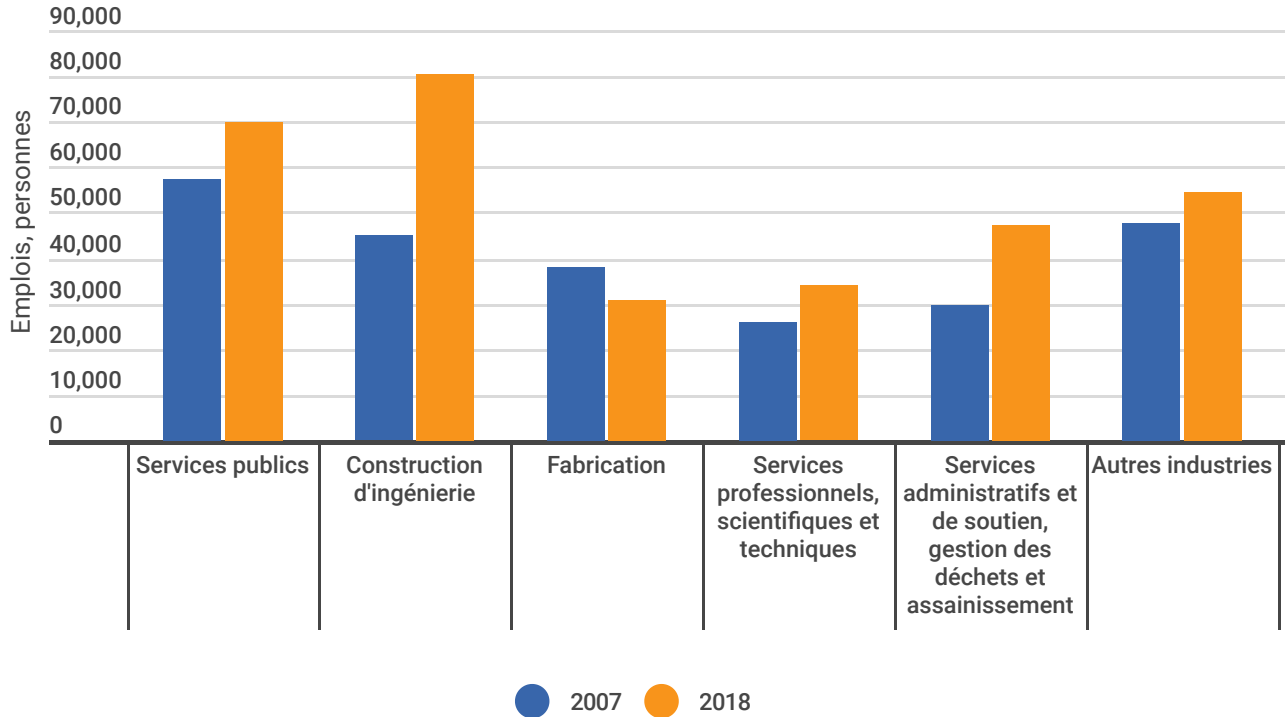
Ce changement des marchés se reflète partiellement dans la figure 7.3, qui montre l'évolution de l'emploi dans le secteur canadien des produits environnementaux et de technologies propres. Au total, 73 033 nouveaux emplois ont été créés dans ce secteur en 2018 par rapport à 2007; il représente 1,7 % des emplois totaux au Canada, soit 317 085 emplois (Statistique Canada, 2020c). Plus des trois quarts des travailleurs de ce secteur se trouvent dans trois provinces : l'Ontario, le Québec et la Colombie-Britannique. Les grands projets hydroélectriques ont été un facteur important de croissance de l'emploi dans les secteurs de l'ingénierie et de la construction, particulièrement à Terre-Neuve-et-Labrador et au Manitoba (Statistique Canada, 2020c). Les emplois ont augmenté dans tous les sous-secteurs à l'exception de la fabrication des technologies propres. La part du PIB de ce sous-secteur a toutefois augmenté de 20 % entre 2012 et 2018. L'écart entre le PIB et l'emploi pourrait signaler une transition vers des technologies propres nécessitant moins de main-d'œuvre ou une amélioration de la productivité du travail.

RISQUES ET POSSIBILITÉS POUR LES COLLECTIVITÉS

Les collectivités ayant une forte concentration d'emplois dans un même secteur sont plus vulnérables aux chocs qui pourraient être causés par les changements climatiques (incendies et dendroctones du pin en foresterie, sécheresses en agriculture) ou par des fluctuations des marchés mondiaux (chute de la demande en biens à fortes émissions, perturbations des chaînes d'approvisionnement causées par les changements climatiques). Si une importante installation ou entreprise de la collectivité ferme ses portes ou doit procéder à un licenciement massif, les pertes de revenus pourraient entraîner d'autres pertes d'emploi. Il faudrait alors trouver de nouvelles perspectives d'emploi dans la région

FIGURE 7.3:

Emploi dans le secteur canadien des produits environnementaux et de technologies propres par sous-secteurs, 2007 et 2018



Cette figure montre la croissance de l'emploi dans les sous-secteurs des produits environnementaux et de technologies propres en 2007 et en 2018. À l'exception de celui de la fabrication, tous les sous-secteurs ont connu une hausse de l'emploi. En chiffres absolus, les services publics et les travaux de génie représentent la plus importante source d'emplois. Pour une liste des industries comprises dans le secteur des produits environnementaux et des technologies propres, voir Statistique Canada.

Source : Statistique Canada (2020c).

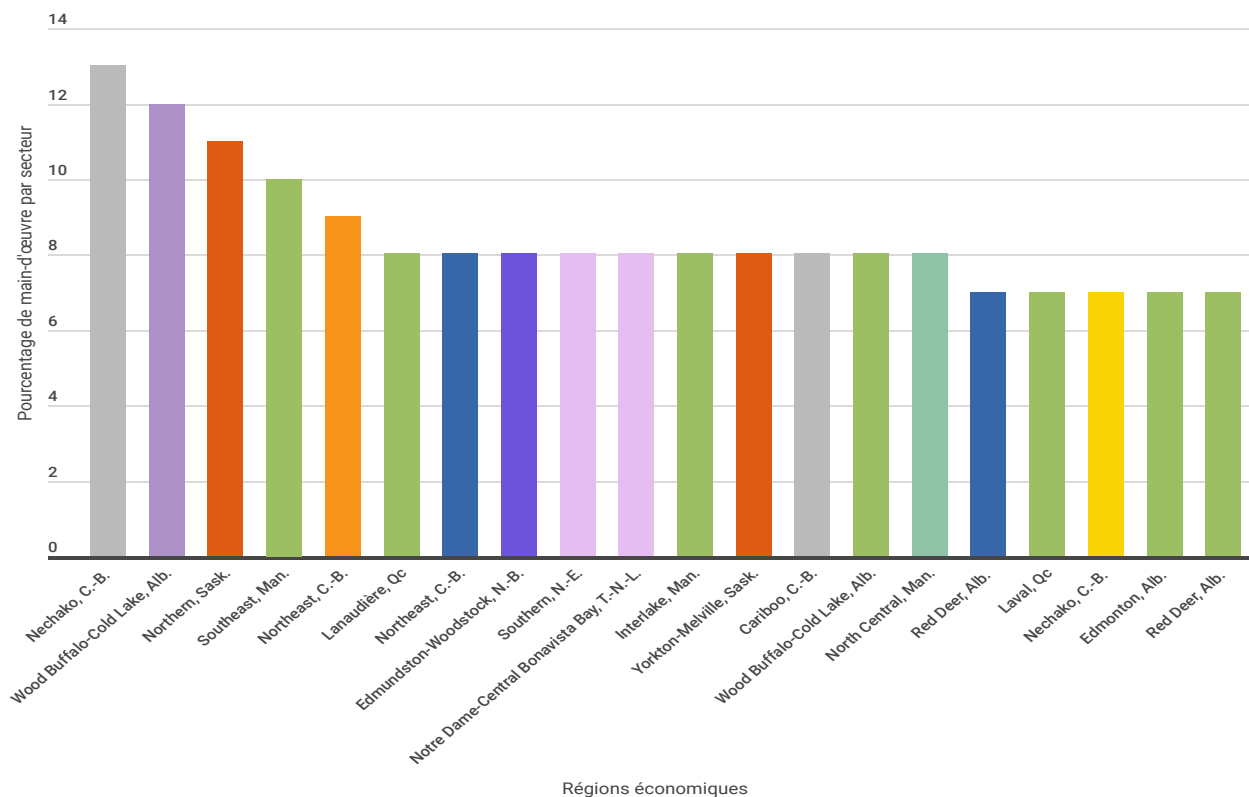
pour éviter une hausse du chômage à long terme et des départs de la collectivité.

À l'aide de données de 2016 sur le nombre d'entreprises canadiennes provenant d'une base de données qui répertorie les emplois par régions dans tous les secteurs, nous pouvons estimer les concentrations d'emploi dans les six premiers secteurs du tableau 7.2¹³. La figure 7.4 montre les 20 régions où l'emploi est le plus concentré dans un seul sous-secteur. Trois collectivités y figurent à deux reprises : Nechako, en Colombie-Britannique (foresterie et fabrication de produits en bois); Wood Buffalo-Cold Lake, en Alberta (extraction pétrolière et gazière et entrepreneurs spécialisés); et Red Deer, en Alberta (activités de soutien à l'extraction minière, pétrolière et gazière et entrepreneurs spécialisés). Des régions illustrées, seules deux avaient un taux de chômage de plus de 8 % en 2019 : le

sud de la Nouvelle-Écosse (8,3 %) et Notre Dame-Central Bonavista Bay, à Terre-Neuve-et-Labrador (16,8 %) (Statistique Canada, 2020a). Ces deux régions se concentrent sur la fabrication d'aliments (poissons et fruits de mer).

Étudier les concentrations d'emplois peut aider à repérer les collectivités à risque, mais aussi celles qui sont bien placées pour profiter des nouvelles possibilités. Par exemple, la concentration d'emploi en extraction minière (principalement d'uranium) dans le nord de la Saskatchewan pourrait entraîner des gains d'emplois si la transition mondiale vers une économie sobre en carbone avantage l'énergie nucléaire. Les gouvernements autochtones pourraient aussi profiter de nouvelles perspectives d'emploi avec la transition (encadré 7.2). Cependant, la diversification économique aide généralement à réduire les risques pour les collectivités.

FIGURE 7.4:
Concentration d'emploi par secteurs et régions économiques, 2016



SCIAN

- 111 Cultures agricoles
- 113 Foresterie et exploitation forestière
- 211 Extraction de pétrole et de gaz
- 212 Extraction minière et exploitation en carrière (sauf l'extraction de pétrole et de gaz)
- 213 Activités de soutien à l'extraction minière, pétrolière et gazière (211, 212)
- 237 Travaux de génie civil
- 238 Entrepreneurs spécialisés
- 311 Fabrication d'aliments
- 321 Fabrication de produits en bois
- 484 Transport par camion

Cette figure montre les régions économiques où un pourcentage important de la main-d'œuvre est concentré dans un seul secteur. On y montre les emplois sous forme de pourcentage de la main-d'œuvre totale pour chaque secteur et chaque région économique en 2016. Lorsque les pourcentages d'emploi représentent une fourchette, nous avons utilisé l'estimation la moins élevée.

Source : Statistique Canada (2017). Base de données sur le nombre d'entreprises canadiennes, 2016.



ENCADRÉ 7.2

Des projets liés à la croissance propre menés par des autochtones ouvrent des perspectives d'emploi

Les communautés autochtones ont participé activement à plus de 152 grands projets liés aux énergies renouvelables au Canada, ainsi qu'à plusieurs petits projets à l'échelle locale. Ces initiatives offrent de nouvelles sources d'emploi, tout en améliorant l'indépendance énergétique et en réduisant les risques pour la santé liés à l'utilisation de diesel. La Première Nation de Dokis, dans le centre-nord de l'Ontario, a par exemple créé son propre code foncier en vertu de la *Loi sur la gestion des terres des premières nations*, ce qui lui a permis de participer au projet de centrale hydroélectrique au fil de l'eau d'Okikendawt, en collaboration avec un producteur d'énergie renouvelable indépendant, Hydromega.

Il existe bien d'autres exemples de communautés autochtones contribuant à des solutions climatiques fondées sur l'énergie propre et axées sur la nature, avec le soutien d'organisation comme Indigenous Climate Action, Indigenous Clean Energy et le Cercle autochtone d'experts.

Sources : Indigenous Climate Action (2020); Indigenous Clean Energy (2020); Cercle autochtone d'experts (2020); AANC (2016)

RISQUES ET POSSIBILITÉS POUR LES PERSONNES

Le chômage et le sous-emploi sont étroitement liés à la formation et aux compétences. Sans diplôme d'études secondaires, les périodes de chômage sont toujours plus fréquentes et plus longues (Statistique Canada, 2020d). L'âge et le sexe ont aussi leur importance, les jeunes

hommes étant généralement plus vulnérables aux pertes d'emploi (quoique la récession causée par la pandémie de COVID-19 a davantage touché les femmes que les hommes) (Lundy, 2020). Les peuples autochtones connaissent aussi de plus hauts taux de chômage et

comptent plus de gens occupant des emplois risquant de disparaître, par exemple en production et commerce de ressources naturelles (Statistique Canada, 2019; 2020b).

Avec le temps, la croissance propre entraînera d'importants changements à la structure de nos économies. Les travailleurs capables de s'adapter à de nouvelles tâches ou de saisir les nouvelles occasions d'emploi risqueront moins pendant la transition. Ceux dont les compétences ne correspondront pas aux besoins courront plus de risques, à moins de s'adapter et d'acquérir de nouvelles compétences rapidement. Les études portant sur l'incidence de l'automatisation sur l'emploi, par exemple, définissent le risque associé à un métier en évaluant si les compétences nécessaires à celui-ci peuvent être transférées à des métiers moins à risque (Conference Board, 2019).

L'organisation albertaine Iron & Earth s'efforce de faciliter la transition des ouvriers qualifiés du secteur pétrolier et gazier à celui des énergies renouvelables. Un sondage réalisé en 2016 auprès de ces travailleurs a révélé un grand intérêt pour des formations sur l'énergie solaire et le chauffage, l'éolien et l'énergie géothermique, secteurs qui correspondent déjà en grande partie aux compétences qu'ils possèdent. Iron & Earth recommande des programmes de formation à court terme et d'apprentissage renouvelé pour assurer une transition efficace (Iron & Earth, 2016). Le succès de ces programmes dépend toutefois des possibilités d'emploi offertes à ceux qui investissent dans une nouvelle formation.

Pour bien des gens, la réussite n'est pas qu'une question de taux d'emploi; la qualité du travail est tout aussi importante. Pour certains, tout est une question de salaire; les secteurs de l'exploitation minière, de l'exploitation de carrières et de l'extraction pétrolière et gazière offrent

généralement des salaires plus élevés. Pour d'autres travailleurs, un emploi de qualité est synonyme de sécurité et d'avantages sociaux. Un nombre croissant de jeunes Canadiens est aussi à la recherche d'un emploi enrichissant qui sert une cause et offre des occasions d'apprendre (Weikle, 2019). Selon le sondage d'Iron & Earth auprès des travailleurs du gaz et du pétrole, 59 % d'entre eux ont affirmé être prêts à accepter une réduction de salaire pour passer au secteur des énergies renouvelables, et 74 % ont dit vouloir améliorer la santé et le bien-être environnemental de leurs enfants et des générations futures (Iron & Earth, 2016).

DONNÉES MANQUANTES

Afin de réduire au minimum les pertes d'emploi et de maximiser les gains de la transition vers une économie sobre en carbone, nous devons mieux comprendre les vulnérabilités sectorielles, régionales, collectives et individuelles. Nous devons également mieux connaître les besoins futurs en matière de connaissances et de compétences, l'évolution du marché de l'emploi et des compétences et les perspectives d'emploi émergentes. Les données sur l'emploi sont généralement faciles à obtenir, mais il est parfois difficile d'avoir des données ventilées pour les petites provinces et les territoires. Nous faisons donc face au défi décrit à l'indicateur 1 quant à la correspondance entre les données sur l'emploi sur les GES. Nous avons présenté quelques perspectives sur les vulnérabilités en matière d'emploi, mais une analyse approfondie (particulièrement dans les collectivités et les régions ayant une forte concentration d'emplois dans un seul secteur) pourrait orienter l'élaboration des futures politiques.



8

ÉNERGIE ABORDABLE

Les politiques requises pour atteindre les objectifs climatiques du Canada auront une incidence directe et indirecte sur les budgets des ménages. Qu'il s'agisse de subventions aux rénovations écoénergétiques ou d'une hausse du prix de l'essence pour encourager l'utilisation de solutions moins polluantes, les ménages seront touchés par la transition vers une économie sobre en carbone. Même les politiques qui ciblent les entreprises et les industries peuvent avoir des répercussions sur les ménages en jouant sur le prix de certains biens, comme les véhicules ou la nourriture. Les politiques peuvent aussi être bénéfiques pour les revenus des ménages, par exemple en prévoyant le remboursement des recettes du prix du carbone ou en agissant sur les types d'emploi et leur disponibilité.

STATISTIQUE PRINCIPALE

Part des dépenses totales des ménages consacrée aux besoins énergétiques

Ces coûts et ces avantages sont toutefois souvent répartis inégalement. Dans certains cas, les politiques d'atténuation, comme les subventions au transport en commun ou les remboursements fondés sur le revenu, peuvent améliorer le sort des ménages à faible revenu. Mais les politiques ont parfois un effet régressif, touchant de façon disproportionnée ceux qui ont le moins de moyens et accentuant les inégalités existantes.

Les gouvernements peuvent prendre des mesures afin de concevoir des politiques équitables. Le suivi des coûts et des répercussions pour les ménages permet aux décideurs d'observer les conséquences concrètes des politiques climatiques dans un contexte de vulnérabilités existantes et d'évaluer l'abordabilité des biens et des services. Ces données peuvent donc les aider à s'orienter et à s'adapter en conséquence. Bien sûr, les politiques climatiques ne peuvent pas régler des problèmes socioéconomiques complexes et profondément enracinés, mais elles peuvent à tout le moins éviter que les personnes ayant peu de moyens soient placées dans une situation encore plus précaire. Dans bien des cas, il est possible de s'attaquer simultanément aux enjeux climatiques et sociaux.

Pour évaluer l'effet de répartition des politiques climatiques, nous nous penchons sur les trois catégories de dépenses énergétiques des ménages les plus suscepti-

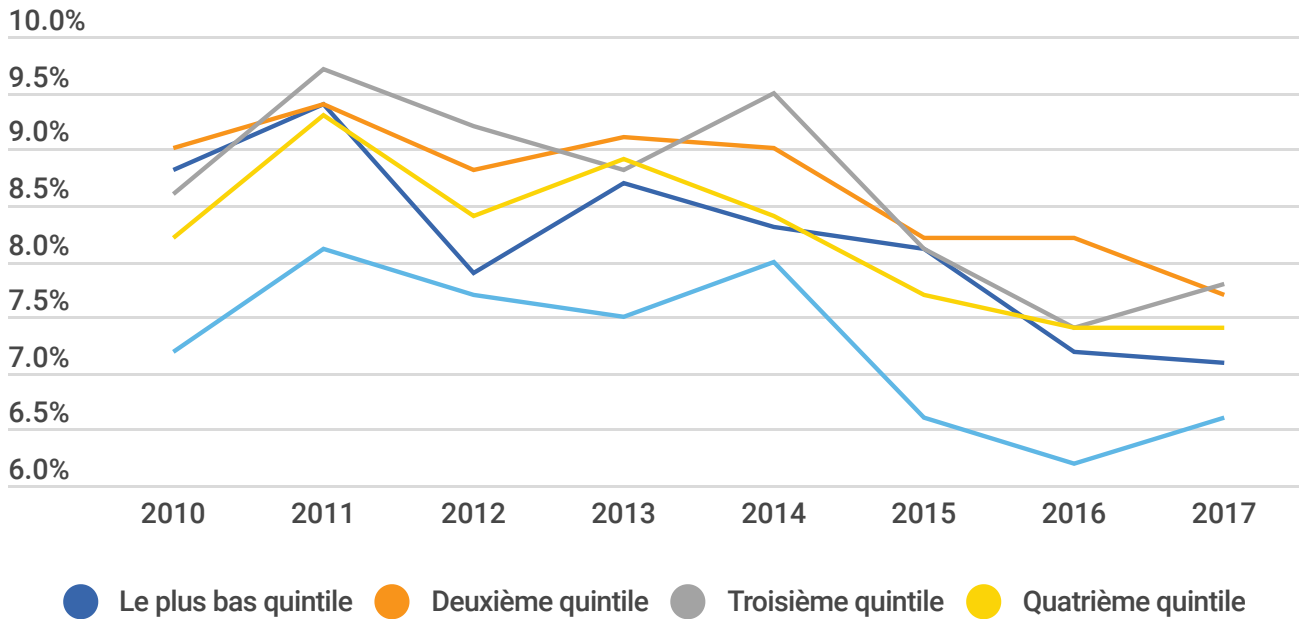
bles d'être touchées par des politiques d'atténuation : la consommation d'énergie domestique, les carburants de transport et le transport en commun. La figure 8.1 montre la part (moyenne) que représentent ces dépenses pour chaque quintile de revenu entre 2010 et 2017¹⁴.

Selon les données, les ménages des deuxième, troisième et quatrième quintiles de revenu consacrent une plus grande part de leur budget aux dépenses énergétiques, et pourraient donc être plus vulnérables à une hausse de ces dépenses. Ces trois quintiles comprennent les ménages de classe moyenne inférieure à supérieure; ils vivent généralement dans des maisons de banlieue de taille moyenne à grande et possèdent parfois plusieurs véhicules, deux facteurs qui entraînent des dépenses énergétiques plus élevées.

Les politiques climatiques ont probablement eu une certaine incidence sur l'évolution des dépenses des ménages avec le temps, mais les conséquences globales ne sont pas claires. La réglementation visant à réduire les émissions de GES attribuables à la production d'électricité a notamment exercé une pression à la hausse sur les tarifs dans certaines provinces (Doluweera *et al.*, 2018). De même, les exigences d'ajout de biocarburants à l'essence et au diesel ont fait augmenter le prix de l'essence à la pompe (Commission de l'écofiscalité du Canada, 2016). Simultanément,

FIGURE 8.1:

Part des dépenses actuelles totales des ménages consacrée aux besoins énergétiques



Cette figure montre la part des dépenses actuelles totales consacrée aux besoins énergétiques (et au transport en commun) pour chaque quintile au Canada de 2010 à 2017. Pour établir les quintiles, Statistique Canada classe tous les ménages par ordre croissant selon leur revenu avant impôt. Dans l'ensemble, les dépenses énergétiques ont diminué pour tous les quintiles de revenu entre 2010 et 2017. La part des dépenses consacrée à l'énergie était plus élevée pour les deuxième, troisième et quatrième quintiles. En chiffres absolus, les dépenses énergétiques totales ont augmenté pour chaque quintile (sauf le quintile inférieur); toutefois, puisque les dépenses totales ont augmenté plus rapidement, la part consacrée aux besoins énergétiques a augmenté à un rythme inférieur à celui des dépenses totales. Il est à noter que les écarts entre les parts ne sont pas significatifs sur le plan statistique et qu'ils reflètent de multiples facteurs allant au-delà des dépenses énergétiques (Statistique Canada, 2020a).

Source : Statistique Canada (2020a); Statistique Canada (2020b).

l'amélioration des normes d'efficacité énergétique (pour les véhicules, les appareils ménagers, les ampoules, les chaudières, etc.) et les remboursements ou subventions aux ménages ont aidé à réduire les factures d'énergie, sans toutefois figurer explicitement dans les données; pensons notamment aux remboursements dans les provinces et territoires où s'applique le prix du carbone fédéral. Notons que chacune de ces politiques a aidé le Canada à réduire ses émissions de GES.

D'autres facteurs influencent aussi les tendances illustrées dans la figure 8.1. Pour la période couverte, les dépenses énergétiques totales des ménages ont

augmenté pour tous les quintiles, sauf le quintile inférieur. Toutefois, puisque les dépenses totales des ménages (c.-à-d. le total des autres dépenses) ont augmenté plus rapidement, la part consacrée à l'énergie a diminué¹⁵. Par ailleurs, les fluctuations mondiales du prix des produits de base, la hausse de la consommation énergétique et les préférences des consommateurs ont aussi une incidence sur les dépenses des ménages. Le prix du gaz naturel et de l'essence affiche par exemple une tendance à la baisse depuis 2014, tandis que le prix de l'électricité a quant à lui généralement augmenté (Régie de l'énergie du Canada, 2017).

DÉPENSES ÉNERGÉTIQUES SELON LES PROVINCES

Les dépenses énergétiques varient également d'une province à l'autre. La figure 8.2 montre la part des dépenses énergétiques pour l'ensemble des provinces et des quintiles de revenu en 2017. Globalement, les ménages des provinces de l'Atlantique ont consacré une bien plus grande part de leur budget à l'énergie domestique, aux carburants de transport et aux transports en commun que ceux des autres provinces; ce sont les ménages de la Colombie-Britannique qui y ont consacré la plus faible part. Il convient aussi de noter que les ménages du deuxième quintile ont généralement consacré une plus grande part de leur budget à l'énergie que ceux du quintile inférieur, notamment parce que les ménages du deuxième quintile dépensent davantage pour l'achat et l'utilisation de véhicules privés que ceux du quintile inférieur, moins susceptibles de posséder un véhicule (Statistique Canada, 2020b).

Le concept de « pauvreté énergétique » est particulièrement pertinent, puisqu'il met en lumière les risques pour les ménages à la situation financière précaire. Selon une définition de ce concept, les ménages en situation de pauvreté énergétique consacrent au moins 10 % de leur revenu total à l'énergie et au chauffage domestiques et aux carburants pour véhicules (Boardman, 1991; 2010; Régie de l'énergie du Canada, 2017b). Et bien que le seuil précis de 10 % soit utile, il met surtout en lumière le nombre de ménages qui consacrent une part démesurée de leur revenu aux besoins énergétiques¹⁶. Les ménages en situation de pauvreté énergétique sont parfois sujets à de plus grands risques pour la santé (par exemple s'ils baissent le chauffage pour économiser) et ont généralement moins d'argent à consacrer à leurs autres besoins et désirs.

Si l'on prend pour point de départ le seuil de pauvreté énergétique fixé à 10 %, les ménages des provinces de l'Atlantique étaient les plus à risque (CUSP, 2019). En 2017, par exemple, les ménages du deuxième quintile des provinces de l'Atlantique ont consacré 12 % de leur revenu à l'énergie et aux transports en commun. Cette proportion plus élevée s'explique probablement par des revenus plus bas que dans le reste du Canada, ainsi que par

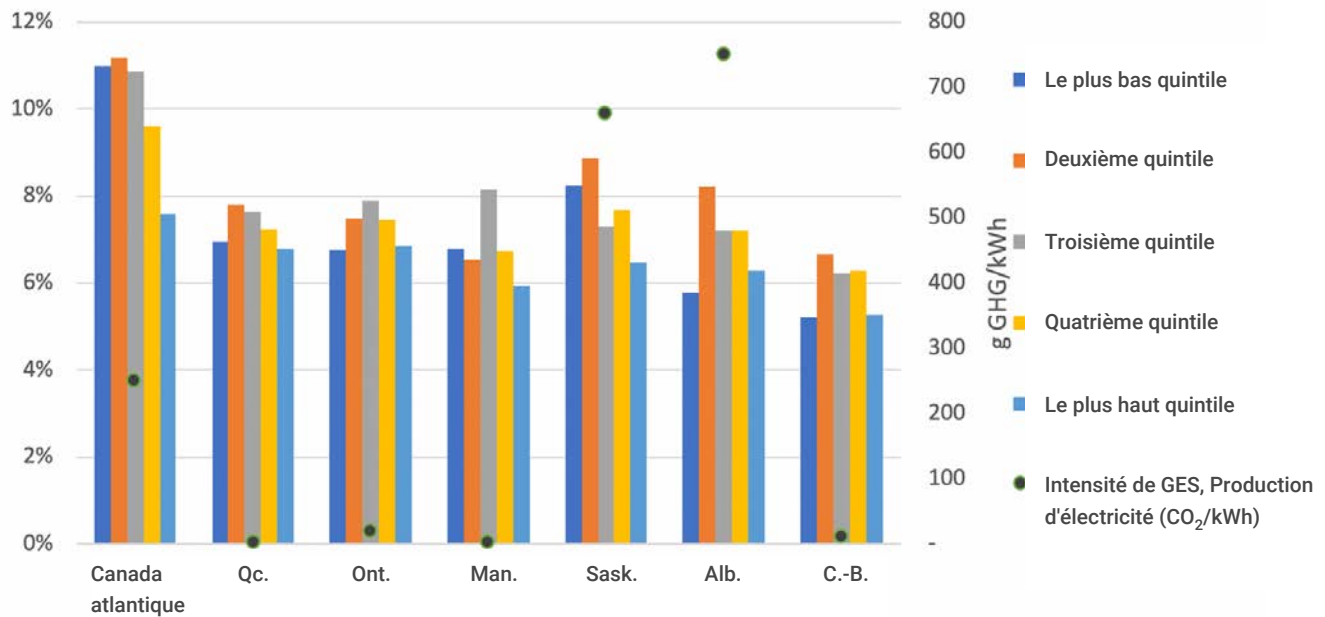
des coûts énergétiques plus élevés. De plus, comme les données de la figure 8.2 sont des moyennes, cela signifie que certains ménages dépassent largement le seuil de 10 % pour leurs dépenses énergétiques, dans les provinces de l'Atlantique comme dans d'autres provinces.

La figure 8.2 montre aussi l'intensité des émissions de GES associés à la production d'électricité dans chaque province ou région, afin d'illustrer la corrélation entre les coûts énergétiques et les émissions de GES (ECCC, 2020). Fait à noter, les ménages des provinces ayant un réseau électrique à faibles émissions consacrent généralement moins d'argent à l'électricité que ceux des provinces ayant un réseau électrique à fortes émissions. Les Britanno-Colombiens, par exemple, profitent de coûts énergétiques parmi les plus bas au pays et émettent moins de GES associés au chauffage et à l'alimentation électrique de leur foyer. Et bien que les données de la figure 8.2 ne comprennent pas les émissions provenant de l'utilisation de combustibles fossiles dans les résidences et les véhicules, les données de l'indicateur 1 montrent que les provinces ayant une productivité liée aux GES plus élevée (soit une activité économique élevée et peu d'émissions de GES) ont généralement des coûts énergétiques domestiques plus bas (voir la Colombie-Britannique, le Manitoba, l'Ontario et le Québec). Font exception à cette règle les provinces de l'Atlantique, qui ont à la fois une productivité liée aux GES très élevée (deuxième après Terre-Neuve-et-Labrador) et les coûts énergétiques les plus élevés.

Concluons en précisant que les données de la figure 8.2 ne comprennent pas les collectivités territoriales et nordiques, qui font face à des enjeux de pauvreté énergétique considérables. Les données sont souvent rares, ce qui complique le suivi et la surveillance des dépenses ménagères. L'énergie et le transport sont toutefois généralement plus dispendieux dans le Nord du Canada, ce qui rend ces collectivités encore plus vulnérables à l'effet de répartition potentiel des politiques climatiques. Ces collectivités sont aussi davantage touchées par la pauvreté et par d'autres facteurs de vulnérabilité (voir l'indicateur 9).

FIGURE 8.2:

Part des dépenses consacrée au total des dépenses énergétiques (logement, véhicule et transports en commun) (2017)



Cette figure montre la part des dépenses consacrée à l'ensemble des dépenses énergétiques (consommation énergétique, chauffage et carburants de transport) pour tous les quintiles de revenus et toutes les provinces canadiennes. Dans l'ensemble, les ménages des provinces de l'Atlantique consacrent une bien plus grande part de leurs dépenses aux besoins énergétiques que ceux des autres provinces. Dans la plupart des provinces, les ménages des deuxième, troisième et quatrième quintiles ont consacré une plus grande part de leur budget aux dépenses énergétiques et aux transports en commun. Même si les ménages de ces quintiles peuvent être plus financièrement vulnérables aux politiques climatiques, le regroupement par quintiles peut recouvrir des situations très différentes. Les ménages les plus défavorisés du quintile inférieur, par exemple, consacrent une bien plus grande part de leur revenu aux besoins énergétiques que la moyenne. La figure montre aussi l'intensité des émissions de GES associées à la production d'électricité dans chaque province (données de 2018). Bien que ces données n'incluent pas le transport et les émissions domestiques liées à l'utilisation de combustibles fossiles, il est intéressant de noter que la plupart des ménages des provinces ayant un réseau électrique à faibles émissions consacrent moins d'argent à l'énergie.

Source : Statistique Canada (2020b); ECCC (2020).

LACUNES DE L'UTILISATION DES DÉPENSES MÉNAGÈRES POUR MESURER L'EFFET DE RÉPARTITION

Les dépenses énergétiques ménagères offrent d'importants renseignements sur les coûts globaux pour les ménages, mais il ne s'agit pas d'une mesure exhaustive.

Tout d'abord, les données sur les dépenses ne témoignent pas de l'incidence globale des politiques climatiques. Idéalement, les indicateurs de l'effet de répartition isoleraient et mesureraient les effets de chaque politique climatique sur les budgets des ménages, y

compris les subventions, la réglementation, les taxes et les remboursements. Cela permettrait aux décideurs de comprendre l'incidence globale des politiques climatiques au fil du temps, et leurs effets sur les différents types de ménages (ménages à faible revenu, ménages à revenu élevé, groupes marginalisés, etc.). Prises isolément, les données sur les dépenses ménagères n'offrent pas ce genre d'information.

Ensuite, les données sur les dépenses ne fournissent pas de renseignements sur l'élaboration de chaque politique. Il est essentiel d'évaluer la conception des politiques climatiques pour déterminer comment les coûts et les avantages sont répartis entre les ménages (et, plus généralement, dans l'ensemble de l'économie). La conception déterminera également la rentabilité des politiques, et donc leurs coûts et avantages globaux (Commission de l'écofiscalité du Canada, 2015). Pourtant, les données sommaires sur les dépenses

énergétiques des figures 8.1 et 8.2 n'offrent aucun renseignement utile pour déterminer si les politiques gouvernementales réduisent les coûts d'ensemble ou répartis pour les ménages.

Le tableau 8.1 ci-après illustre différents types de politiques ayant toutes un effet de répartition sur les populations vulnérables et marginalisées de la société canadienne. Certaines de ces politiques ont été conçues pour protéger et aider spécifiquement les ménages à faible

TABLEAU 8.1:

Répartition des coûts de certaines politiques climatiques

TYPE DE POLITIQUE	TERRITOIRE D'APPLICATION	INCIDENCE DE LA POLITIQUE SUR LES MÉNAGES À FAIBLE REVENU
Prix fédéral sur le carbone	Alberta, Saskatchewan, Ontario, Nouveau-Brunswick	D'après la plus récente analyse du bureau du directeur parlementaire du budget, le prix fédérale sur le carbone est un impôt progressif, puisque les trois quintiles inférieurs reçoivent un avantage net lorsqu'on tient compte du recyclage de recettes. Cette analyse est étayée par l'ensemble de la littérature : la tarification du carbone peut être une politique progressive qui améliore la situation financière des familles à revenu faible ou moyen (Winter <i>et al.</i> , 2019; Stone, 2015).
Subventions pour les véhicules électriques	Colombie-Britannique	Les remboursements vont de 1 500 à 3 000 \$, pour un prix admissible maximal de 55 000 \$. Bien qu'ils aient contribué à donner à la Colombie-Britannique le plus haut taux de ventes de véhicules électriques par habitant en Amérique du Nord, ils avantagent surtout les gens plus aisés, les propriétaires fonciers et les résidents de maisons unifamiliales isolées (Robinson, 2019). On observe toutefois souvent que les nouvelles technologies sont d'abord disproportionnellement adoptées par les ménages plus aisés, puis deviennent plus abordables avec le temps.
Financement de panneaux solaires	Halifax (Nouvelle-Écosse)	Le programme Solar City réduit les obstacles à l'installation de panneaux solaires de toiture en offrant un prêt de 10 ans à taux d'intérêt fixe. Il s'agit d'un programme efficace, mais à l'instar d'autres programmes de consommation et de modernisation domestique en Amérique du Nord, il cible principalement les propriétaires fonciers et les ménages aisés (Borenstein et Davis, 2016). D'autres politiques seraient nécessaires pour aider les ménages à faible revenu et les locataires.
Subventions pour les transports en commun	Calgary (Alberta)	La Ville de Calgary offre aux ménages à faible revenu un rabais progressif sur les titres mensuels de transport en commun, qui varie entre 50 et 95 %. Le nombre d'utilisateurs participant au programme est passé de 175 000 en 2014 à 409 000 en 2018 (Ville de Calgary, 2019).



ENCADRÉ 8.1:

Lien entre inégalités, confiance sociale et politiques climatiques

Les politiques climatiques ne peuvent être élaborées en vase clos. Elles s'inscrivent dans un discours politique dynamique, complexe et souvent imprévisible, influencé par les fluctuations des marchés nationaux et étrangers, du marché de l'emploi, des technologies et de la culture, entre autres facteurs. Elles ont pour contexte divers enjeux socioéconomiques, comme l'inégalité des revenus, la pauvreté, la discrimination systémique et le manque de services essentiels.

Les politiques climatiques interagissent directement avec ce contexte, les liens de cause à effet allant dans les deux sens. Pour créer des politiques climatiques efficaces et durables, il faut une grande confiance politique et sociale, une conviction que les gouvernements peuvent faire face aux grands défis et améliorer la situation de la population. Un taux élevé d'inégalité, de pauvreté et de privations peut éroder cette confiance et compliquer la mise en œuvre des politiques climatiques. Par ailleurs, des politiques climatiques mal conçues peuvent exacerber les inégalités existantes, rendant plus difficile l'application de solutions ambitieuses et durables.

En dépit de certains gains modestes, les inégalités de revenu et la pauvreté demeurent d'importants enjeux au Canada. Si l'on se fie à presque tous les indicateurs d'inégalité des revenus, le Canada se classe en milieu de peloton par rapport aux autres pays riches. En 2018, par exemple, les ménages canadiens du quintile inférieur ont gagné 6 % des revenus générés au pays, tandis que ceux du quintile supérieur en ont engrangé 41 %. Le taux de pauvreté a diminué dans les dernières années (passant de 16 % en 2006 à 10 % en 2017), mais il demeure élevé chez certains groupes, par exemple les célibataires (25 %), les jeunes mères monoparentales (27 %) et les enfants autochtones (40 %). Bien que les politiques climatiques ne jouent probablement pas un grand rôle dans ces tendances, elles pourraient amplifier les inégalités réelles ou perçues si elles sont mal conçues.

Lorsqu'il est question de confiance sociale et politique, le Canada obtient une bonne note par rapport aux autres pays riches et démocratiques. En 2017, il s'est classé cinquième parmi 35 pays de l'OCDE en ce qui a trait à la confiance des citoyens envers leur gouvernement. Le Canada a toutefois connu d'importantes tensions nationales et régionales autour d'enjeux comme les pipelines, l'exploitation des ressources naturelles, les prix du carbone et les droits et titres ancestraux des peuples autochtones.

Étant donné le rythme et l'envergure des changements nécessaires pour assurer la transition du Canada vers une économie sobre en carbone, les liens complexes entre politiques climatiques et confiance politique et sociale sont plus importants que jamais et méritent d'être étudiés en profondeur. Sur bien des plans, la résolution des enjeux liés aux changements climatiques et celle des problèmes d'inégalités sociales vont de pair.

Sources : CCPA (2013); Neuman (2018); OCDE (2018); Vallier (2019).

revenu, par exemple le prix fédéral sur le carbone, qui génère des remboursements directs aux ménages et améliore la situation des trois quintiles de revenu inférieurs (toutes choses étant égales par ailleurs). D'autres politiques peuvent toutefois légèrement avantager les ménages à revenu élevé, par exemple les subventions pour les véhicules électriques et les programmes de financement de panneaux solaires résidentiels.

Idéalement, la conception des politiques tiendrait compte de plusieurs facteurs, notamment l'effet de répartition sur les ménages, la rentabilité des mesures de réduction des GES et les mesures favorisant un changement de comportement. Le contrôle des prix énergétiques ou les subventions à la consommation énergétique peuvent perturber les signaux de prix favorisant les investissements dans les technologies sobres en carbone et réduire les mesures incitant à limiter la consommation d'énergie. Des remboursements qui ne sont pas liés à la consommation énergétique peuvent contribuer à améliorer l'abordabilité sans entraîner ce genre d'effets. Les subventions d'une durée limitée qui avantagent principalement les groupes à revenu élevé peuvent être justifiées si elles aident à lancer un marché émergent pour de nouvelles technologies ou des technologies plus chères (Popp, 2016).

Il faut aussi tenir compte des vulnérabilités et des pressions socioéconomiques existantes, puisqu'elles peuvent avoir une incidence sur l'équité, l'efficacité et la durabilité des politiques climatiques (voir l'encadré 8.1). Il existe heureusement plusieurs façons de concevoir et de mettre en œuvre des politiques pour éviter qu'elles n'aient une incidence disproportionnée sur les populations les plus vulnérables du Canada.

DONNÉES MANQUANTES

Évaluer l'effet de répartition des politiques climatiques sur les ménages est assurément un défi complexe. Les dépenses des ménages varient selon un grand nombre de facteurs; les politiques climatiques ne sont que l'un d'eux, et la tension sur les coûts agit à la hausse comme

à la baisse. De plus, chaque politique climatique peut interagir avec d'autres politiques, qu'elles soient liées au climat ou non.

Malgré ces défis, les gouvernements peuvent améliorer leur méthode d'évaluation des coûts et des avantages répartis des politiques climatiques, notamment en effectuant des analyses financières plus poussées en amont (pendant la conception de la politique) pour s'assurer que leurs décisions n'auront pas de répercussions négatives sur les ménages défavorisés et vulnérables. Ce type d'analyse, semblable aux données des figures 8.1 et 8.2, permettrait d'évaluer l'incidence des politiques sur tous les quantiles de revenu. Le prix fédéral sur le carbone est l'une des rares politiques pour lesquelles cela a été fait.

Il pourrait être utile d'élaborer des normes pour ce type d'analyse, à l'échelle nationale et provinciale. Cela permettrait de comparer les coûts et les avantages d'une politique climatique précise aux facteurs de coût existants, y compris ceux liés aux politiques climatiques et aux autres politiques. Cela contribuerait aussi à uniformiser l'analyse détaillée des caractéristiques des ménages. Les gouvernements pourraient adopter une perspective intersectionnelle élargie pour analyser les données, en tenant compte de l'âge, du sexe, de l'ethnicité et de la catégorie de revenus. Ce type de données pourrait par exemple permettre aux chercheurs de déterminer l'incidence de la pauvreté énergétique au Canada par régions, par catégories de revenu et par caractéristiques des ménages.

Pour conclure, l'amélioration des méthodes d'analyse financière pourrait aider les gouvernements à comparer l'incidence des politiques climatiques sur les ménages avec d'autres objectifs. Maintenir l'abordabilité de l'énergie est un objectif important, particulièrement pour les ménages à faible revenu, mais d'autres objectifs ne sont pas à négliger, par exemple la réduction des émissions de GES et l'atténuation de l'ensemble des coûts économiques.



RÉSILIENCE INCLUSIVE

9

Les répercussions physiques des changements climatiques présentent des risques complexes pour les Canadiens. Leurs effets (feux incontrôlés, inondations, sécheresses, vagues de chaleur, fonte du pergélisol, hausse du niveau de la mer) se feront sentir différemment selon les personnes, les collectivités, les provinces et les régions. Certains Canadiens sont plus vulnérables que d'autres aux changements climatiques; il faut donc améliorer leur résilience pour assurer une croissance propre.

STATISTIQUE PRINCIPALE

Taux de pauvreté au Canada

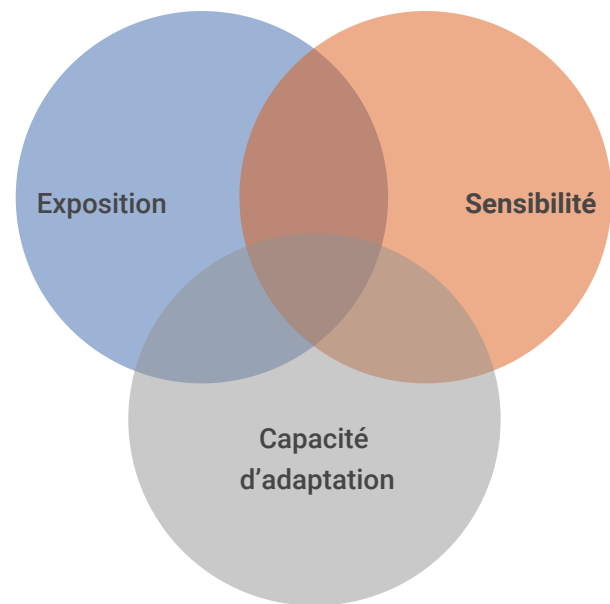
La vulnérabilité aux changements climatiques s'explique par la conjonction de trois grands facteurs (figure 9.1). D'abord, certaines régions et collectivités canadiennes sont plus *exposées* que d'autres aux risques climatiques à cause de leur emplacement (ex. : inondations, feux incontrôlés, vagues de chaleur) et d'autres facteurs importants, comme le lieu de résidence et de travail des habitants et leurs moyens de transport. Ensuite, certaines personnes sont plus *sensibles* aux effets des changements climatiques en raison de leur santé, de leur âge, d'un handicap ou d'un revenu faible. Enfin, la vulnérabilité est aussi déterminée par la *capacité d'adaptation* des personnes et des collectivités avant, pendant et après les événements climatiques (USGCRP, 2016). (GIEC, 2007; Lavell *et al.*, 2012; Manangan *et al.*, 2015).

Il est important de noter que toutes les personnes et les collectivités du Canada peuvent être vulnérables. Ce n'est pas une question de faiblesse, mais plutôt de l'ampleur des changements subis, combinée à d'autres défis et circonstances historiques (Haalboom et Natcher, 2012). En mesurant la vulnérabilité, on comprend mieux les risques qui pèsent sur les personnes, les groupes, les collectivités et les régions, ainsi que les manières d'exploiter les forces et les valeurs communautaires existantes pour améliorer la résilience.

Nous utilisons le taux de pauvreté pour mesurer la résilience (et la vulnérabilité) des Canadiens (figure 9.2). Bien qu'il s'agisse d'un indicateur imparfait, le taux de pauvreté a un effet déterminant sur les trois facteurs de vulnérabilité. Ceux qui ont les moyens de se préparer, de

FIGURE 9.1:

Facteurs de vulnérabilité



déménager, de reconstruire ou de se rétablir ne sont pas aussi vulnérables que les personnes démunies (Halle-gatte *et al.*, 2020). La pauvreté est aussi intimement liée à d'autres facteurs importants qui déterminent la vulnérabilité, notamment le manque d'accès au logement, à l'eau potable, à l'éducation et aux soins de santé et d'autres facteurs comme la discrimination et la colonisation (Heisz *et al.*, 2016; EDSC, 2016; Thomas *et al.*, 2015).

Par ailleurs, la pauvreté est indirectement liée à l'exposition aux risques climatiques. Certaines collectivités défavorisées sont par exemple plus exposées à ces risques, notamment les collectivités établies sur des

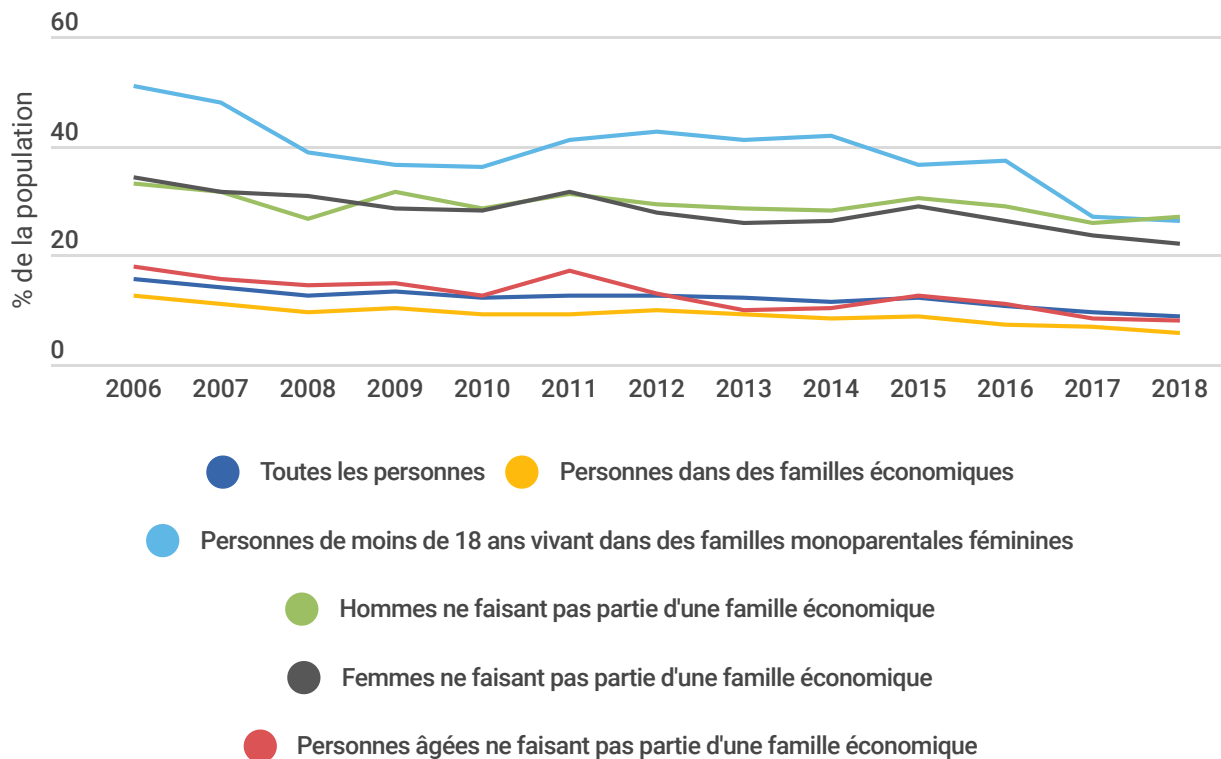
plaines inondables ou dans des régions urbaines particulièrement touchées par l'effet d'îlot thermique (Santé Canada, 2020). Près de 22 % des propriétés résidentielles sur les terres de réserves autochtones sont à risque de crues centenaires (Thistlethwaite *et al.*, 2020). De plus, les grands programmes sociaux peuvent être perturbés lors d'urgences climatiques, exposant et isolant encore davantage les populations vulnérables. Les populations à faible revenu sont aussi plus vulnérables aux hausses des prix des aliments causées par des perturbations de la chaîne d'approvisionnement.

Malgré les progrès réalisés au fil du temps, les données indiquent qu'à cause d'un taux de pauvreté élevé,

certains Canadiens demeurent très sensibles aux changements climatiques et mal préparés pour les gérer. Les personnes de moins de 18 ans dans une famille monoparentale ayant une femme à sa tête sont par exemple trois fois plus susceptibles de vivre dans la pauvreté que le Canadien moyen. Le taux de pauvreté est également plus élevé pour les hommes et les femmes hors famille économique (27 % et 22 %, respectivement). Plusieurs évaluations des risques climatiques au Canada ont mis en lumière la vulnérabilité climatique de ces groupes (Conseil des académies canadiennes, 2019; Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2019).

FIGURE 9.2:

Taux de pauvreté fondé sur le marché pour certaines catégories (2006 à 2018)



Cette figure illustre le taux de pauvreté de certains groupes de 2006 à 2018. Ce taux est basé sur l'indicateur officiel de la pauvreté au Canada : la mesure du panier de consommation de Statistique Canada, qui normalise le taux de pauvreté en fonction du coût de la vie dans différentes régions du pays. Dans l'ensemble, le taux de pauvreté a diminué dans la plupart des groupes pendant la période étudiée (pas seulement les groupes illustrés); toutefois, il demeure relativement élevé pour les jeunes femmes avec enfants et les personnes hors famille économique. D'autres mesures de la pauvreté au Canada, y compris le seuil de faible revenu et la mesure de faible revenu, témoignent également d'une réduction graduelle (quoique moins marquée) de la pauvreté. Cette réduction s'explique en grande partie par l'augmentation de la prestation nationale pour enfants et par la vigueur du marché du travail (Statistique Canada, 2019a).

Source : Statistique Canada (2020). Nota : Voir le tableau 11-10-0135-01 de Statistique Canada pour les taux de pauvreté qui ne sont pas illustrés dans cette figure.

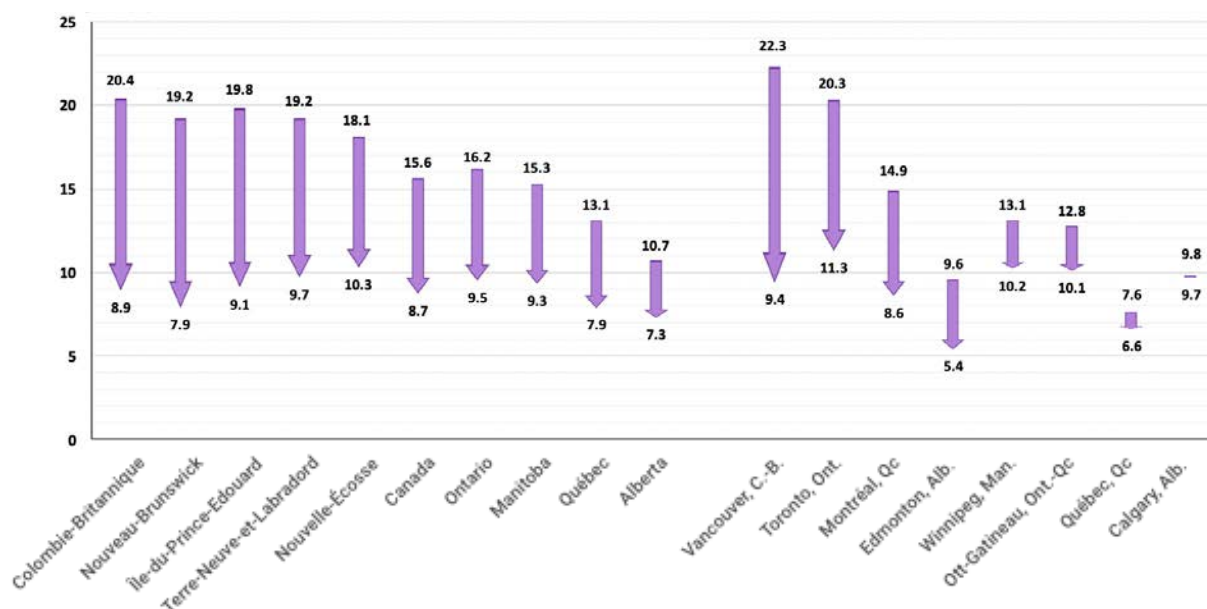
TAUX DE PAUVRETÉ PAR PROVINCES ET PAR VILLES

Suivant les tendances nationales, les taux de pauvreté ont chuté dans les provinces et les villes, mais à divers degrés. Les données sur la pauvreté donnent une idée générale des variations de vulnérabilité climatique dans l'ensemble du pays. La figure 9.3 montre la variation du taux de pauvreté des 10 provinces et des 8 plus grandes villes canadiennes. À l'échelle provinciale, ce sont la Colombie-Britannique, le Nouveau-Brunswick et l'Île-du-Prince-Édouard qui ont connu la plus importante baisse du taux de pauvreté. Du côté des villes, ce sont Vancouver, Toronto et Montréal qui ont connu les réductions les plus importantes.

Fait à noter, ces données ne tiennent pas compte du taux de pauvreté des territoires ou des collectivités autochtones ou nordiques. Des données d'autres sources suggèrent que le taux de pauvreté y est généralement beaucoup plus élevé que la moyenne canadienne, particulièrement chez les enfants (EDSC, 2016). Selon les données de recensement de 2006 et de 2016, 47 % des enfants de Premières Nations inscrites vivent dans la pauvreté (53 % pour ceux vivant dans une réserve et 41 % pour les autres). Et contrairement au taux de pauvreté national, qui a diminué avec le temps, le taux de pauvreté des enfants autochtones est demeuré relativement stable. Le taux de pauvreté infantile est

FIGURE 9.3:

Taux de pauvreté pour chaque province et pour certaines villes, 2006 et 2018



Cette figure illustre la variation du taux de pauvreté (basé sur la mesure du panier de consommation) pour chaque province et dans certaines villes entre 2006 et 2018. Suivant la tendance nationale, les taux de pauvreté ont chuté dans toutes les provinces pour la période étudiée, les plus importantes diminutions ayant eu lieu en Colombie-Britannique, au Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard. Parmi les grandes villes canadiennes, ce sont Vancouver et Toronto qui ont connu la baisse la plus marquée. Le taux de pauvreté de villes comme Québec et Calgary, beaucoup plus bas au départ, n'a que légèrement diminué.

Source : Statistique Canada (2020).

plus élevé au Manitoba et en Saskatchewan (Beedie *et al.*, 2019). Dans l'ensemble du Canada, les taux de pauvreté élevés des collectivités autochtones sont liés à des enjeux de colonisation historiques et actuels et à une discrimination systémique (Cameron, 2012).

LACUNES DE L'UTILISATION DU TAUX DE PAUVRETÉ COMME INDICATEUR DE RÉSILIENCE ET DE VULNÉRABILITÉ

Le taux de pauvreté fournit de précieux renseignements sur la résilience des Canadiens aux changements climatiques, mais il présente des lacunes évidentes.

Le taux de pauvreté est une mesure imparfaite de la sensibilité et de l'adaptabilité. Même avec d'importantes ressources financières, certaines personnes peuvent être très sensibles aux effets des changements climatiques à cause de leur âge ou de leur santé. Par ailleurs, le taux de pauvreté d'une collectivité peut s'améliorer, mais d'autres inégalités sous-jacentes (accès à l'eau potable, transport, discrimination) peuvent rendre la collectivité très sensible aux effets des changements climatiques et faire obstacle à son adaptabilité. Il suffit de penser aux collectivités autochtones éloignées, qui ne disposent pas des mêmes infrastructures de base que celles du sud du Canada (Johnston et Sharpe, 2019), ce qui les rend moins résilientes et moins accessibles à l'aide extérieure lorsque survient une catastrophe.

Le taux de pauvreté fournit peu de renseignements sur l'exposition relative aux risques climatiques. L'exposition aux risques climatiques est un facteur déterminant de la vulnérabilité (Cardona *et al.*, 2012). De façon générale, on s'attend à ce que l'exposition des Canadiens aux risques climatiques extrêmes (inondations, sécheresses, hausse du niveau de la mer, fonte du pergélisol, feux incontrôlés, etc.) augmente avec la hausse de la température mondiale (ECCC, 2019). Ces risques varieront également selon la province, la région et même le quartier.

Le taux de pauvreté ne reflète ni l'exposition locale directe ni son évolution au fil du temps. Si la diminution du taux de pauvreté peut rendre les Canadiens moins sensibles

aux changements climatiques et plus aptes à y faire face, il n'en demeure pas moins qu'une augmentation de l'exposition peut facilement annuler les progrès atteints.

La véritable vulnérabilité est une question d'exposition, de sensibilité et d'adaptabilité. La façon la plus complète de mesurer la vulnérabilité est d'évaluer en conjonction l'exposition, la sensibilité et l'adaptabilité. En superposant et en schématisant chacun de ces facteurs de vulnérabilité (à un niveau de désagrégation plus fin), les chercheurs et les décideurs pourront mieux comprendre les complexités et les interactions des risques climatiques qui guettent les Canadiens (Minano *et al.*, 2019).

Par exemple, Chakraborty *et al.* (2020) utilisent les données du recensement de 2016 pour créer un indice de statut socioéconomique qui comprend 49 indicateurs de sensibilité et d'adaptabilité (composition ethnique et raciale, structure des familles et des ménages, accès aux ressources financières, caractéristiques démographiques, etc.). Superposé à l'exposition aux risques d'inondation, cet indice permet de repérer les collectivités les plus vulnérables au pays. De telles données et analyses sont essentielles pour concevoir des politiques qui renforcent la résilience des populations touchées, car même si le taux de pauvreté contribue à dresser un portrait complet, il ne suffit pas à lui seul.

DONNÉES MANQUANTES

Bien que le Canada dispose généralement de données suffisantes pour reconnaître les populations à risque, les gouvernements peuvent améliorer les ensembles de données existants et faire des rapprochements directs avec les changements climatiques (tableau 9.1). Les principales lacunes touchent les collectivités autochtones et nordiques. Ces dernières ne sont souvent pas comprises dans les ensembles de données nationaux, notamment en raison des défis que présente la collecte de données et de la petite taille des échantillons. Ces collectivités sont pourtant parmi les plus vulnérables aux changements climatiques. Le Canada manque aussi de données sur certains aspects précis de la sensibilité qu'on n'associe habituellement pas aux changements climatiques,

TABLEAU 9.1:

Solutions potentielles pour améliorer la résilience

DONNÉES MANQUANTES	SOLUTIONS POTENTIELLES
Suivi des décès, des blessures, des maladies et des déplacements causés par des phénomènes météorologiques extrêmes	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Uniformisation de la communication des données ▶ Suivi des caractéristiques démographiques des personnes touchées, et accent mis sur les facteurs sociaux déterminant la vulnérabilité ▶ Cartographie des risques climatiques anticipés (inondations, feux incontrôlés, vagues de chaleur) et comparaison avec les données existantes sur les vulnérabilités sociales
Suivi des modifications aux primes et aux couvertures d'assurance	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Suivi des modifications et de l'offre des primes d'assurance, selon le revenu du ménage, la race, le sexe et la structure familiale ▶ Suivi du nombre de ménages sans couverture d'assurance ou qui perdent leur couverture, selon le revenu, la race, le sexe et la structure familiale ▶ Suivi des primes d'assurance à l'échelle locale après des événements précis (ex. : feux de forêt de Fort McMurray)
Suivi des répercussions climatiques sur les collectivités autochtones et nordiques	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Amélioration de la collecte de données sur le taux de pauvreté et d'autres indicateurs socioéconomiques de la vulnérabilité dans les collectivités autochtones et nordiques ▶ Application de l'Indice canadien de défavorisation multiple aux collectivités autochtones et nordiques, et schématisation de ces données en comparaison avec les risques climatiques
Suivi des effets sur la santé physique et mentale	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Normalisation du suivi et de la communication des données sur les maladies à transmission vectorielle et ventilation par régions ▶ Suivi des liens entre la santé mentale et les changements climatiques ▶ Suivi des données sur la qualité de l'air pendant les feux incontrôlés, ainsi que des effets sur la santé physique et mentale (selon la municipalité, l'âge, le sexe et le revenu) (voir l'indicateur 8) ▶ Suivi de l'évolution de la santé mentale après des phénomènes météorologiques extrêmes

Fondamental : Résilience inclusive

comme la santé mentale, l'immigration, la discrimination raciale et les répercussions à long terme des catastrophes naturelles sur le marché du travail.

Il pourrait être utile d'uniformiser et de normaliser les données d'une collectivité à l'autre, puisque les normes de collecte de données varient selon la province ou la municipalité. La Ville de Montréal a mis au point des approches avant-gardistes pour faire le suivi des vulnérabilités et des risques liés aux vagues de chaleur; comme elle communique mieux ses données, les dommages subis et les risques pour la santé y semblent plus importants que dans d'autres endroits. Pendant la vague de chaleur de 2018, par exemple, Montréal a enregistré 66 décès causés par la chaleur, tandis qu'Ottawa n'en a enregistré aucun, malgré des températures similaires (Oved, 2019).

Pour conclure, il pourrait être avantageux pour le Canada d'approfondir les recherches sur les interactions et les recoupements entre les différents facteurs de vulnérabilité. Statistique Canada a fait des progrès à cet égard, par exemple en combinant son Indice canadien

de défavorisation multiple aux données historiques sur les inondations dans plusieurs villes canadiennes. Ces données ont permis de repérer les collectivités les plus sensibles et exposées aux inondations printanières dans les régions de Fredericton–Saint John (Nouveau-Brunswick), de Montréal (Québec), du sud du Manitoba et d'Ottawa–Gatineau (figure 9.4).

Un plus grand nombre de données et d'études de ce type nous aiderait beaucoup à mieux comprendre les populations les plus vulnérables aux changements climatiques (Chakraborty et al., 2020). Cela pourrait aider les gouvernements à concevoir des politiques qui renforcent l'adaptabilité et la résilience du Canada, et à éviter celles qui exacerberaient les vulnérabilités actuelles (ex. : offrir un secours inéquitable aux ménages à faible revenu et aux locataires victimes d'inondations). Ce type de données peut aussi servir à réaliser des analyses prospectives afin de mieux comprendre l'évolution des vulnérabilités au fil du temps.

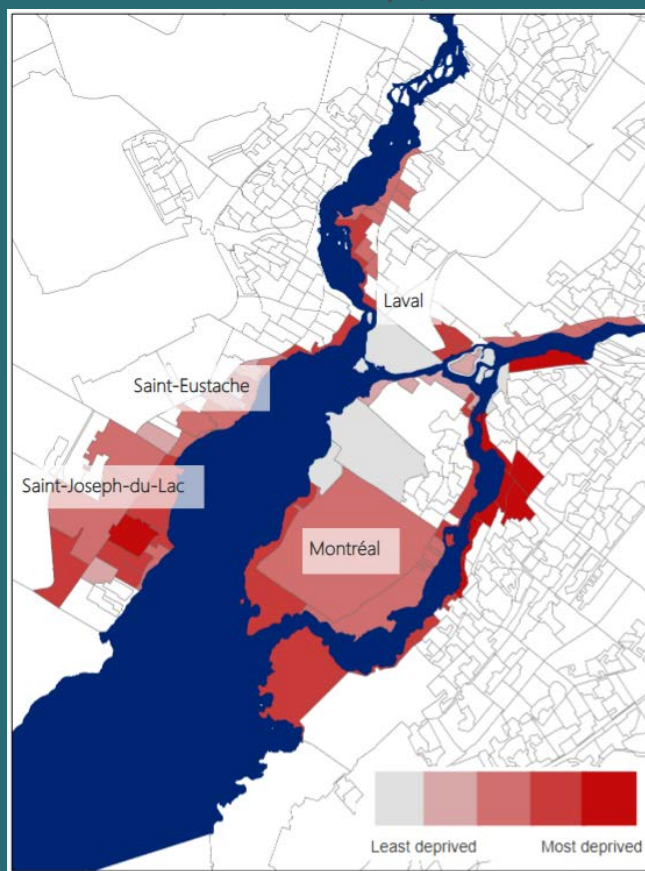
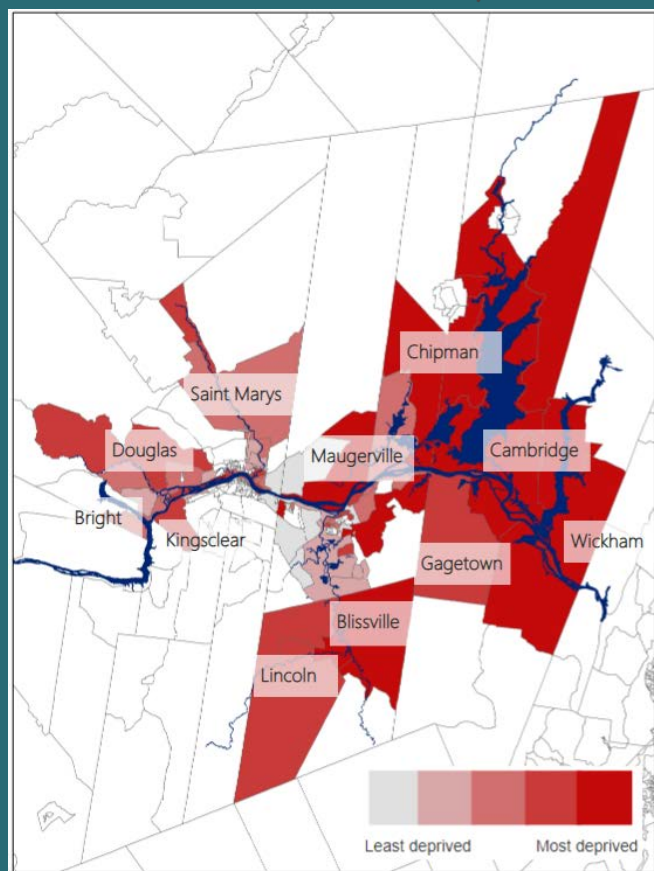


FIGURE 9.4:

Cartographie de la sensibilité et de l'exposition aux risques climatiques

Fredericton-St John, NB

Montréal, QC



Cette figure de Statistique Canada montre les collectivités de la région de Fredericton, au Nouveau-Brunswick, et de Montréal, au Québec, qui ont été touchées par des inondations printanières en 2019, ainsi que la sensibilité relative de ces collectivités. Pour mesurer la sensibilité, Statistique Canada utilise son Indice de défavorisation multiple, qui tient compte des conditions de logement, de la composition des ménages, des caractéristiques démographiques et socioéconomiques, des niveaux d'emploi et des barrières linguistiques. Les collectivités les plus sensibles aux inondations (ou « les plus défavorisées ») sont indiquées en rouge foncé, tandis que les collectivités moins sensibles (ou « moins défavorisées ») sont en rouge pâle. Le but de l'exercice est de montrer que l'exposition aux risques climatiques peut être accrue dans les collectivités très sensibles et moins bien adaptées, et que chaque collectivité a ses propres défis et besoins.

Source : Statistique Canada (2019c).

10 AIR PROPRE

L'amélioration et la protection de la santé des populations sont des volets essentiels de la transition vers une croissance propre. Le climat a une influence sur la santé à cause des émissions que nous relâchons dans l'atmosphère, qu'il s'agisse de gaz à effet de serre qui contribuent aux changements climatiques ou de polluants atmosphériques nocifs pour la santé. Dans bien des cas, ces polluants et ces GES proviennent des mêmes sources. Il s'agit donc pour le Canada d'une excellente occasion d'améliorer la santé de sa population tout en accélérant la réduction des émissions de GES.

STATISTIQUE PRINCIPALE

Qualité de l'air ambiant dans les villes canadiennes

Pour évaluer la qualité de l'air au Canada, nous tenons compte des données sur la qualité de l'air ambiant dans plusieurs villes canadiennes en ce qui a trait à quatre grands polluants atmosphériques (figure 10.1). Nous avons aussi inclus les normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA) pour 2020 et 2025 à des fins de comparaison; il s'agit des normes de référence pour la qualité de l'air au Canada (voir encadré 10.1). Bien que nous n'ayons de données que pour 2017-2018 (voir la section « Données manquantes »), l'objectif est de voir progresser la qualité de l'air ambiant au fil du temps.

Les données de la figure 10.1 mettent en lumière quelques tendances notables.

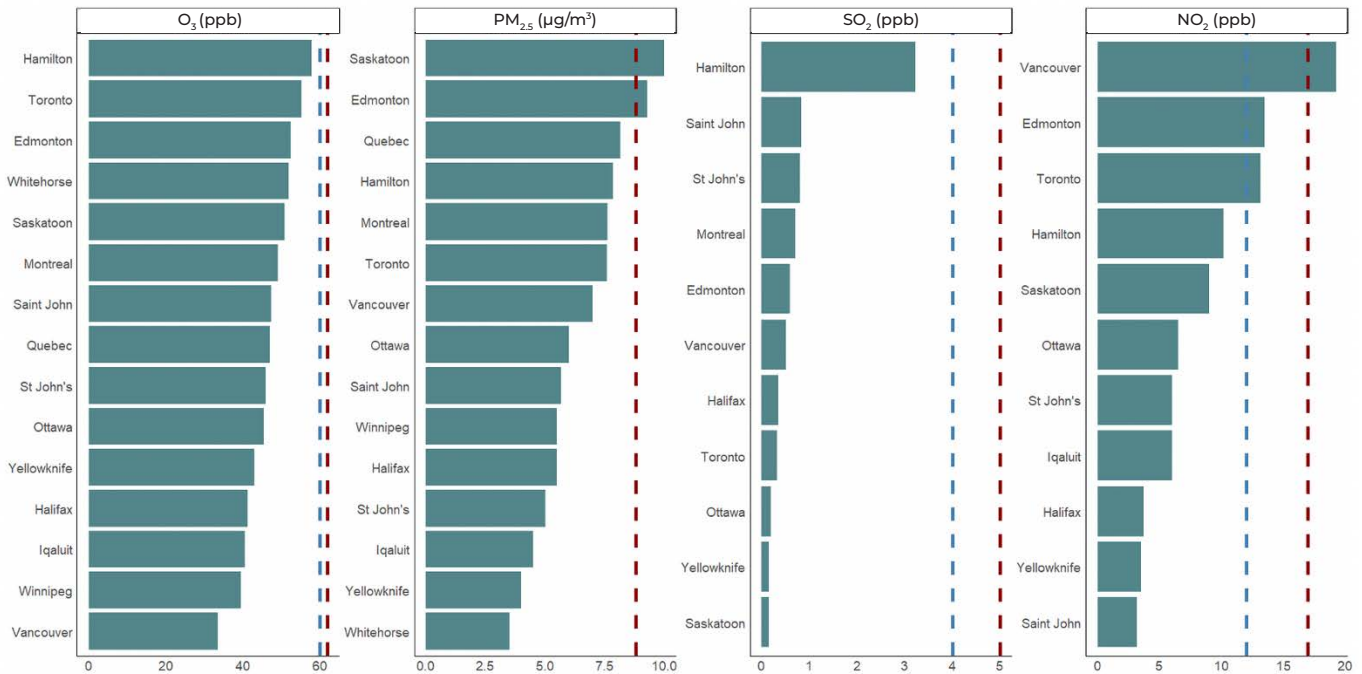
La plupart des villes canadiennes présentées dans la figure respectaient les NCQAA pour 2020 et 2025 en 2017-2018, à quelques exceptions près. Vancouver était la seule ville de la figure à excéder les NCQAA de 2020 pour le dioxyde d'azote; le niveau de NO_2 excédait toutefois les NCQAA de 2025 à Edmonton et à Toronto. Deux villes ne respectaient pas les NCQAA de 2020 pour les particules fines (Edmonton et Vancouver). Aucune des villes recensées n'excédait les NCQAA pour l'ozone troposphérique (le smog), mais plusieurs s'en approchaient. Puisque les NCQAA se resserrent avec le temps, bien des villes et villages canadiens (dont plusieurs n'apparaissant pas dans la figure 10.1) devront améliorer la qualité de leur air ambiant pour s'y conformer.

La figure met aussi en lumière des variations considérables d'une ville à l'autre. Hamilton avait par exemple une des concentrations les plus élevées d'émissions de dioxyde de soufre (SO_2) au pays (surpassée seulement par Trail, en Colombie-Britannique, et Saguenay, au Québec). Le secteur industriel (particulièrement les fonderies) est la principale source d'émissions de SO_2 en Ontario et a probablement contribué à cette hausse des concentrations à Hamilton (Ont., 2016). Les niveaux de particules fines étaient presque deux fois plus élevés à Saskatoon et à Edmonton qu'à St. John's et à Halifax, ce qui s'explique probablement par les feux incontrôlés et l'industrie lourde.

La qualité de l'air peut aussi varier considérablement au sein d'une même ville, comme l'illustre la concentration de dioxyde d'azote (NO_2) à Vancouver, deux fois plus élevée que celle des autres villes. L'une des deux stations de surveillance de la ville est située dans un couloir de camionnage très passant doté de feux de circulation (Clark Drive et Knight Street) qui mène au port le plus achalandé du pays. Les concentrations de NO_2 à cette station étaient presque deux fois plus élevées qu'au centre-ville de Vancouver (à seulement quelques kilomètres de là), ce qui fait augmenter la moyenne de la ville. Lorsqu'ils circulent en zone urbaine, les camions lourds peuvent émettre des émissions de NO_2 équivalant à celles de 100 voitures (Badshah *et al.*, 2019).

FIGURE 10.1:

Qualité de l'air ambiant – Concentrations annuelles moyennes pour certaines villes



Cette figure illustre la qualité moyenne de l'air ambiant dans certaines villes canadiennes en 2017 et en 2018. On y trouve des données sur trois polluants atmosphériques : les particules fines (PM_{2.5}), le dioxyde de soufre (SO₂) et le dioxyde d'azote (NO₂). On y trouve aussi des données sur l'ozone troposphérique, mélange de plusieurs polluants qui est le principal composant du smog. La qualité de l'air est comparée aux normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA) pour 2020 et 2025, normes établies par les gouvernements fédéral et provinciaux. Dans l'ensemble, toutes les villes présentées respectent les NCQAA pour le dioxyde de soufre, mais quelques-unes les excèdent pour les particules fines et le dioxyde d'azote. Plusieurs des villes s'approchent beaucoup des NCQAA pour l'ozone.

Source : ECCC (2018a). Nota : Le CCME (2017) recommande l'utilisation d'une moyenne sur trois ans pour évaluer la qualité de l'air ambiant pour une période donnée, mais les données n'étaient accessibles que pour 2017 et 2018. Il n'y a pour le moment pas de NCQAA pour les particules fines pour 2025.

Pour terminer, les données de la figure 10.1 montrent bien que la pollution atmosphérique ne se limite pas aux grandes villes. Les niveaux d'ozone à Whitehorse arrivent par exemple au quatrième rang sur les 15 villes étudiées. De même, de petites collectivités rurales du sud-est et du nord-est de la Colombie-Britannique avaient les niveaux de particules fines les plus élevés au pays en 2017-2018 (non illustrés dans la figure). Les importants feux de forêt ayant fait rage pendant ces deux années sont probablement la principale cause

d'émissions de particules fines élevées, même s'il est possible que les émissions liées à l'industrie forestière et à l'exploitation de ressources aient également contribué à la piètre qualité de l'air. De nombreuses collectivités autochtones sont aussi aux prises avec une mauvaise qualité de l'air à cause de leur proximité avec des installations industrielles et de la dépendance des collectivités éloignées aux groupes électrogènes diesel (MacDonald, 2012; RCAANC, 2012; MaRS, 2015).



ENCADRÉ 10.1:

Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant

La qualité de l'air ambiant renvoie à la concentration de pollution pour un bassin atmosphérique donné. Elle fluctue selon les types et les quantités de polluants relâchés dans l'atmosphère locale. La pollution générée par l'activité humaine est l'une des principales causes d'une piètre qualité de l'air, mais les conditions météorologiques (vent, température, précipitations, etc.) et les catastrophes naturelles (feux incontrôlés, éruptions volcaniques) peuvent aussi l'altérer.

Afin d'améliorer la qualité de l'air au Canada, les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux ont élaboré des normes canadiennes de qualité de l'air ambiant. Bien qu'aucun niveau de pollution atmosphérique ne soit sans danger, les NCQAA établissent des normes de référence pour la qualité de l'air au pays, qui se resserrent tous les cinq ans.

Sources : CCME (2017).

QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT ET SANTÉ DES CANADIENS

Même si la qualité de l'air au Canada est relativement bonne comparée à celle d'autres pays, les niveaux de pollution atmosphérique présentés à la figure 10.1 comportent des risques importants pour la santé, même dans les collectivités qui respectent les normes de qualité de l'air officielles. L'exposition à court terme à la pollution atmosphérique, même à de faibles concentrations, peut causer de l'essoufflement, de la toux et des douleurs à la poitrine (Respiratory Health Association, 2019). En cas d'exposition régulière et prolongée, ces risques pour la santé augmentent : cancer, maladies pulmonaires, arythmie cardiaque,

maladies cardiovasculaires et même décès prématuré (Santé Canada, 2019; Wang *et al.*, 2018; OCDE, 2014).

La pollution atmosphérique peut aussi aggraver des problèmes existants. De nouvelles données liées à la pandémie de COVID-19 suggèrent par exemple que les niveaux de pollution atmosphérique élevés ont aggravé la maladie (Wu *et al.*, 2020). La hausse des niveaux de pollution atmosphérique peut aussi exacerber les effets des changements climatiques (encadré 10.2).

Dans bien des cas, les répercussions sur la santé se font particulièrement sentir dans les populations présentant



ENCADRÉ 10.2:

Les changements climatiques exacerberont le problème de pollution atmosphérique

La qualité de l'air diminue avec l'élévation de la température. Par exemple, la concentration d'ozone troposphérique (un important composant du smog) augmente avec le soleil et la chaleur. Vu l'augmentation de la température du globe, le nombre de jours aux niveaux de pollution atmosphérique élevés au Canada pourrait augmenter, annulant une partie des progrès réalisés au cours des dernières décennies dans la réduction des polluants atmosphériques.

Les niveaux de fond élevés de pollution atmosphérique provenant des bâtiments, du transport et de l'industrie aggravent aussi les effets sur la santé de la fumée des feux incontrôlés. À l'été 2018, par exemple, l'épaisse fumée qui recouvrait le Grand Vancouver a entraîné une baisse importante de la qualité de l'air, exposant plus d'un million de résidents à un avis record de 22 jours sur la qualité de l'air. La fumée des feux de forêt, combinée à une météo chaude et sèche, a probablement été exacerbée par les niveaux de fond de pollution atmosphérique provenant des bâtiments, du transport et de l'industrie. Puisque les risques de feux incontrôlés au Canada augmentent avec l'intensification des changements climatiques, l'exposition à un air de piètre qualité augmente en parallèle.

Sources : Metro Vancouver (2019); Lancet Countdown et Association canadienne de santé publique (2017); Reid et al. (2016). Health Association (2017); Reid et al. (2016)

TABLEAU 10.1:

Principales sources d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques

SOURCE	GES/ POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES DE COURTE DURÉE DE VIE (% DES ÉMISSIONS TOTALES DE POLLUANTS)	POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES (% DES ÉMISSIONS TOTALES DE POLLUANTS)
Transport	GES (24 %); charbon noir (54 %); ozone troposphérique (inconnu)	NO _x (52 %); CO (54 %); COV (16 %); PM _{2,5} (2 %); SO ₂ (2 %); ammoniac (1,7 %); ozone troposphérique (inconnu)
Industrie pétrolière et gazière	GES (27 %); charbon noir (7,9 %); ozone troposphérique (inconnu)	COV (37 %); SO _x (27 %); NO _x (27 %); CO (9,8 %); PM _{2,5} (0,8 %); ozone troposphérique (inconnu)
Électricité (surtout le charbon)	GES (10 %); charbon noir (0,6 %)	SO ₂ (26 %); NO _x (8 %); CO (0,7 %)
Agriculture	GES (10 %); charbon noir (0,1 %)	Ammoniac (94 %); PM _{2,5} (23 %)

Ce tableau présente les émissions de GES et de polluants atmosphériques générées par quatre secteurs économiques. Parmi les autres sources de GES et de polluants atmosphériques, on compte le secteur industriel, les bâtiments et les déchets. L'ozone troposphérique a été inclus dans le tableau avec les autres polluants, mais il est légèrement différent puisqu'il est généré par l'interaction de différents polluants dans l'atmosphère. Il est donc difficile de rattacher les émissions d'ozone troposphérique à un secteur précis.

Sources : ECCC (2019a); ECCC (2019b); ECCC (2020a). Nota : GES = émissions de gaz à effet de serre; NO_x = oxydes d'azote; CO = monoxyde de carbone; COV = composés organiques volatils; PM_{2,5} = particules fines; SO₂ = dioxyde de soufre)

d'autres facteurs de risque, par exemple les enfants, les aînés et les personnes ayant des problèmes de santé. Chez les enfants, l'exposition à la pollution atmosphérique peut augmenter le risque de problèmes respiratoires et nuire au développement cognitif, par exemple en affaiblissant les facultés intellectuelles, la mémoire et les compétences comportementales (Heissel *et al.*, 2019). Les données semblent également indiquer que certains polluants atmosphériques (comme le carbone noir et les particules) peuvent nuire au développement prénatal, ce qui augmente les risques d'autisme, de retard du développement, de quotient intellectuel faible, d'anxiété, de dépression, de TDAH et de cerveau de taille réduite (Bové *et al.*, 2019; Payne-Sturges *et al.*, 2018; The Lancet Neurology, 2019; Fu *et al.*, 2018; de Prado Bert *et al.*, 2018). Chez les personnes âgées, la pollution atmosphérique est asso-

ciée à des problèmes respiratoires et à des risques accrus de démence, de maladie de Parkinson et de sclérose en plaques (Sunyer *et al.*, 2015; Chen *et al.*, 2017).

La figure 10.1 illustre bien qu'une large part de la population canadienne est régulièrement exposée à des niveaux nocifs de pollution atmosphérique (Santé Canada, 2017; 2019; CCME, 2017). Plus de 70 % des Canadiens vivent en zone urbaine, où les concentrations de polluants atmosphériques sont les plus élevées (Statistique Canada, 2019; Landrigan *et al.*, 2017). Près d'un tiers des Canadiens vivent à moins de 100 mètres d'une grande artère et à moins de 500 mètres d'une autoroute; plus de 10 % des écoles primaires et plus de 35 % des établissements de soins de longue durée sont à moins de 50 mètres d'une grande artère ou d'une autoroute (Brauer *et al.*, 2013). De plus, bon nombre de Canadiens sont exposés à la pollution transfrontalière provenant

des États-Unis, particulièrement les habitants du Québec et de l'Ontario (ECCC, 2017).

Les frais médicaux associés à la pollution atmosphérique sont élevés. Selon une estimation de l'Institut international du développement durable (2017), les coûts associés aux particules fines et à l'ozone troposphérique au Canada totalisaient entre 26 et 48 milliards de dollars en 2015. Une analyse approfondie de Santé Canada (2019) révèle que la pollution atmosphérique provoque chaque année environ 14 600 décès prématurés, ce qui représente un coût de 114 milliards de dollars, soit 7 % du PIB canadien¹⁷.

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

La réduction des risques de santé découlant de la pollution atmosphérique au Canada est étroitement liée aux mesures prises pour contrer les changements climatiques. En fait, pour améliorer la qualité de l'air dans les années à venir, l'une des possibilités les plus intéressantes serait de profiter des avantages connexes des politiques visant principalement la réduction des GES. Les politiques d'atténuation touchant le transport, la production d'électricité à partir du charbon, les bâtiments et l'extraction pétrolière et gazière peuvent aussi réduire considérablement la pollution atmosphérique. Le tableau 10.1 montre les recouvrements entre les sources d'émissions de GES et celles de polluants atmosphériques.

Les gouvernements canadiens ont déjà fait des progrès en adoptant des politiques encadrant à la fois la pollution atmosphérique et les émissions de GES. L'élimination progressive de l'électricité produite à partir du charbon en Ontario a par exemple réduit les émissions de SO₂ du secteur de l'électricité de la province de 99,7 %, et celles de NOX, de 86 % (Ont., 2019). Par conséquent, la province est passée de 53 jours de smog en 2005 à zéro en 2014¹⁸. Cette mesure a aussi permis de réduire les émissions de GES du secteur de l'électricité de 87 %. On compte quelques autres politiques notables portant sur la pollution atmosphérique ou le climat, dont des normes d'efficacité pour les véhicules et la machinerie lourde et le

remplacement des combustibles fossiles par des sources d'énergie renouvelables (ECCC, 2016; 2018).

Il n'en demeure pas moins qu'il est possible d'en faire davantage pour purifier l'air et réduire les GES. Il est à noter que les émissions de particules ont augmenté au Canada entre 2005 et 2017, surtout à cause d'une augmentation des émissions de poussières (hausse de 44 %) et des émissions générées par le secteur minier et le secteur gazier et pétrolier (hausse de 30 % et de 29 %, respectivement). Le lien entre politiques climatiques et pollution atmosphérique est ici d'une grande importance : les particules sont parmi les polluants atmosphériques les plus nocifs pour la santé humaine, et le charbon noir, un polluant climatique de courte durée de vie, est l'un des principaux composants des particules fines¹⁹.

Les mesures qui réduisent les niveaux de particules peuvent entraîner d'importants avantages en ce qui a trait au climat et à la qualité de l'air, particulièrement dans les régions urbaines où l'exposition est particulièrement élevée. Les véhicules utilitaires lourds comptent par exemple pour 15 % du parc automobile canadien, mais produisent 42 % des émissions de dioxyde de carbone et 52 % des émissions de particules du secteur (Kodjak, 2015). Les politiques qui favorisent un rendement du carburant accru ou l'adoption de véhicules électriques ou de véhicules à pile à combustible hydrogène pourraient considérablement améliorer la qualité de l'air, tout en réduisant les émissions de GES²⁰.

Cependant, la réduction des GES ne permet pas toujours d'améliorer la qualité de l'air. Les politiques climatiques favorisant la combustion de biomasse, par exemple, peuvent augmenter les émissions de particules. À l'inverse, les technologies qui éliminent les polluants atmosphériques du secteur industriel augmentent parfois la consommation d'énergie et de ce fait les émissions de GES. Il sera donc important de tenir compte de l'incidence des politiques de GES sur les polluants atmosphériques pour profiter pleinement des effets bénéfiques pour la santé de la transition vers 2050 (Koornneef *et al.*, 2011).

DONNÉES MANQUANTES

Le Canada possède de bonnes données sur la qualité de l'air ambiant, mais les gouvernements peuvent améliorer le suivi des tendances en matière de pollution atmosphérique et de ses effets sur la santé humaine. Les données du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (Réseau NSPA) d'Environnement et Changement climatique Canada (utilisées à la figure 10.1) ne sont par exemple disponibles que pour 2017 et 2018 (ECCC, 2018a). Idéalement, ECCC rendrait publiques les données antérieures à 2017 tout en continuant de publier les données pour 2019 et les années suivantes, ce qui permettrait de dégager les tendances, ainsi que les régions où la qualité de l'air représente un risque important pour la santé. Il serait aussi utile de rendre la plateforme du Réseau NSPA plus accessible et conviviale, car il est actuellement difficile de trouver et de rassembler les données.


De plus, l'ajout de stations de surveillance donnerait une idée plus précise des tendances et des risques pour la santé à l'échelle locale. Le Réseau NSPA manque de données pour plusieurs grandes villes (ex. : émissions de NO_2 et de SO_2 à Montréal, Québec et Winnipeg) et pour les collectivités autochtones.

Mais la plus grande lacune est peut-être l'impossibilité de retracer les sources locales de pollution atmosphérique au Canada. ECCC publie des données exhaustives sur les sources de pollution atmosphérique dans son Inventaire national des rejets de polluants, mais cet ensemble de données ne couvre que les grandes sources d'émissions industrielles (fixes). Il ne comprend pas la pollution atmosphérique générée par les bâtiments commerciaux et résidentiels, la construction et les sources mobiles comme le transport, l'équipement mobile et les feux incontrôlés. D'autres ensembles de données d'ECCC présentent les émissions pour chacun

de ces secteurs, mais ces données sont regroupées à l'échelle nationale et ne sont donc pas d'une grande utilité pour examiner les tendances locales. Les bases de données provinciales (lorsqu'elles existent) manquent aussi d'information sur les sources de pollution locales.

En l'absence de données de qualité sur les sources locales d'émissions, il est très difficile d'établir les causes de la pollution atmosphérique pour une collectivité donnée. Nous ne pouvons ainsi pas expliquer avec certitude pourquoi les niveaux de NOX sont deux fois plus élevés à Vancouver qu'ailleurs, ou pourquoi Hamilton est aux prises avec des concentrations extrêmement élevées d'émissions de SO_2 . De meilleures données locales permettraient aux décideurs et aux chercheurs de repérer les sources de pollution atmosphérique locales et d'accorder la priorité aux politiques qui s'attaquent à ces sources. De telles données permettraient aussi de déterminer quelles politiques offrent les meilleurs avantages pour le climat et la qualité de l'air.

Les gouvernements fédéral et provinciaux et les collectivités locales devraient avoir pour objectif ultime la modélisation de nouveaux bassins atmosphériques. Cette technique combine les données sur la qualité de l'air ambiant, les sources de polluants et les situations météorologiques pour mieux comprendre les interactions et les trajectoires des polluants dans l'atmosphère et les effets de la pollution de l'air ambiant sur la santé humaine. Les modèles créés permettent par exemple aux chercheurs d'estimer les taux de mortalité et de morbidité liés à la pollution atmosphérique dans chaque collectivité. On peut ensuite superposer ces résultats à d'autres données socioéconomiques pour observer les effets de la pollution atmosphérique sur les populations à risque (indicateur 9). Puisque la modélisation de bassins atmosphériques nécessite une forte puissance de calcul (et coûte cher), les gouvernements pourraient procéder à ce type d'anal-



ÉCOSYSTÈMES FLORISSANTS

Maintenir et améliorer la santé des écosystèmes canadiens peut offrir de nombreux avantages qui contribueront à la croissance propre, notamment :

- ▶ **l'absorption et le stockage du carbone.** Préserver et restaurer les écosystèmes pourrait contribuer à la réduction des émissions de GES du Canada.
- ▶ **un soutien à la résilience à l'ère des changements climatiques.** Les services écosystémiques comme la régulation du climat local, l'atténuation des inondations, la filtration de l'air et la prévention de l'érosion du sol peuvent contribuer à réduire les répercussions des changements climatiques et les coûts qui en découlent.
- ▶ **un soutien général à la croissance économique et au bien-être.** Les écosystèmes fournissent de l'eau propre, de l'air pur, de la nourriture, des ressources naturelles, des espaces récréatifs et des habitats fauniques; ils font aussi partie intégrante des cultures autochtones.

STATISTIQUE PRINCIPALE

Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie

yses tous les cinq ou dix ans afin de repérer les constantes et les tendances.

Les politiques relatives aux changements climatiques fondées sur la nature (gestion des écosystèmes par les peuples autochtones, compensation des émissions de carbone par les écosystèmes ou investissements dans les infrastructures naturelles) peuvent procurer des avantages, qu'ils soient ou non liés au climat. Mais les changements climatiques et l'activité humaine entraînent la perte et la détérioration des écosystèmes et des services qu'ils fournissent, réduisant leur capacité de compenser les émissions de GES et de favoriser la résilience. En évaluant l'état, les fonctions et les tendances des écosystèmes, on peut faire le suivi des progrès dans la protection des actifs naturels, mais aussi orienter la conception de politiques climatiques fondées sur la nature qui offrent de nombreux avantages, liés au climat ou non.

Dans un monde idéal, nous ferions le suivi d'indicateurs qui rendent compte des services climatiques et non climatiques fournis par les écosystèmes. Nous pourrions ainsi mieux comprendre toutes les répercussions sur les écosystèmes de l'activité humaine et des perturbations naturelles. Actuellement, le meilleur indicateur national lié au climat et aux écosystèmes mesure l'absorption (les puits) et l'émission (les sources) de carbone d'origine anthropique associées à l'affectation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie (ATCATF) sur les terres

aménagées; il a été créé pour la production de rapports sur les émissions de GES du Canada en vertu de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). La figure 11.1 illustre les variations d'émissions de GES pour différentes catégories du secteur de l'ATCATF au Canada entre 2005 et 2018.

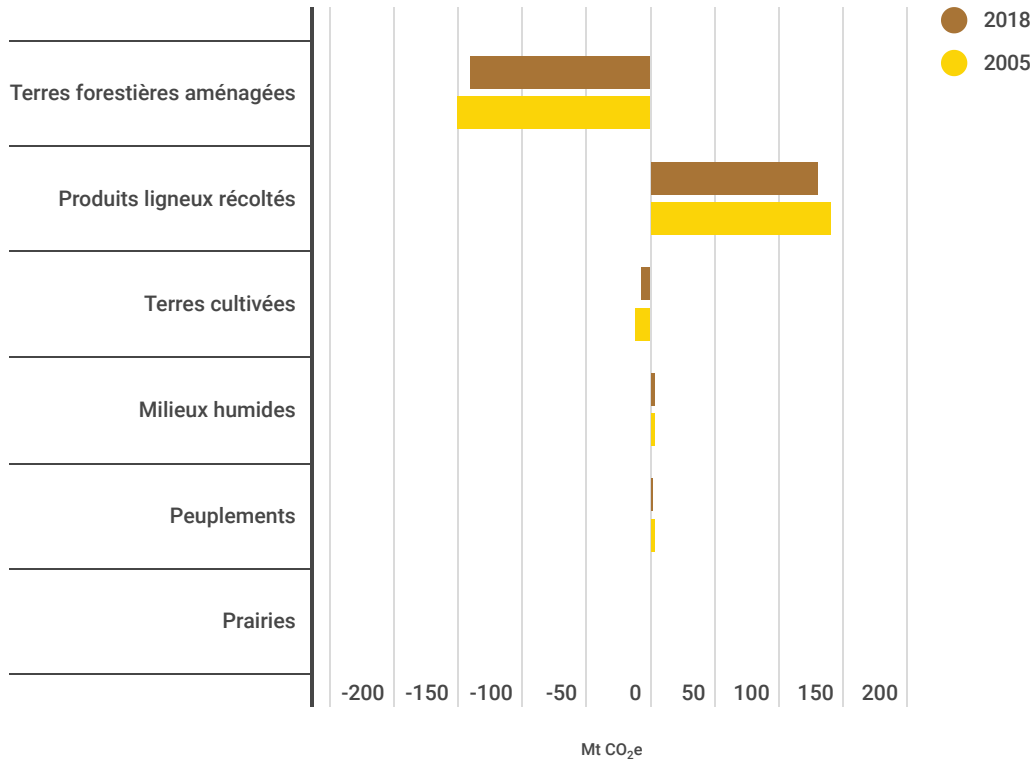
Aux fins de production de rapports pour la CCNUCC et d'établissement des objectifs de réduction des GES, le gouvernement du Canada estime que le secteur de l'ATCATF a agi comme un puits de carbone net en 2018, absorbant environ 130 MT éq CO₂ au total. Étant donnés les liens entre les territoires forestiers sous aménagement et les produits ligneux récoltés, on peut les considérer conjointement comme un puits net d'environ 10 Mt éq. CO₂ en 2018. Les terres cultivées constituent le deuxième plus important puits de carbone (ECCC, 2020a). Cet indicateur ne tient pas compte des perturbations naturelles comme les feux incontrôlés ou les infestations d'insectes, et ne couvre pas tous les écosystèmes et leurs services, mais les tendances observées donnent une idée approximative du rôle des écosystèmes dans les émissions de gaz à effet de serre au Canada. L'objectif est de constater une augmentation globale des puits de carbone au fil du temps.

INCIDENCE RÉGIONALE ET SECTORIELLE

Pour évaluer la performance du Canada à une échelle

FIGURE 11.1:

Flux estimés nets de GES pour le secteur de l'ATCATF, 2005 et 2018 (en Mt éq. CO₂)



Cette figure montre l'état des sources et des puits de GES d'origine anthropique (attribuables à l'activité humaine) pour six catégories du secteur de l'ATCATF en 2005 et en 2018. Les territoires forestiers sous aménagement (qui représentent 65 % des forêts canadiennes) constituaient le plus grand puits de carbone au Canada, mais la quantité totale d'émissions de GES absorbées a chuté de 150 à 140 Mt éq. CO₂ entre 2005 et 2018. Les produits ligneux récoltés étaient la plus grande source d'émissions de GES dans le secteur de l'ATCATF, produisant environ 130 Mt éq. CO₂ en 2018. Il est toutefois important de noter que les produits ligneux récoltés peuvent stocker du carbone au fil du temps et compenser d'autres émissions de GES s'ils sont utilisés pour remplacer d'autres options plus polluantes. La catégorie des milieux humides ne comprend que l'extraction de tourbe et les inondations dues au remplissage de réservoirs hydroélectriques.

Source : ECCC (2020).

plus petite, nous considérons les émissions du secteur de l'ATCATF pour chaque écozone (figure 11.2). Les écozones sont définies selon la répartition historique et évolutionnaire de la faune et de la flore.

La Cordillère montagnarde et l'écozone maritime du Pacifique, en Colombie-Britannique, sont les plus grandes sources d'émissions liées au secteur de l'ATCATF, avec une contribution cumulative de plus de 405 Mt éq. CO₂ entre 2005 et 2018, et générant des émissions annuelles respectives de 23 et de 8 Mt éq. CO₂ en 2018 (RNCAN, 2020; ECCC, 2020a).

Malgré une proportion relativement élevée d'aires protégées en Colombie-Britannique, d'importantes activ-

ités d'exploitation forestière ont lieu dans les deux principales écozones « sources ». Le brûlage de déchets forestiers, pratiqué par les grandes entreprises du secteur, relâche des particules et des GES dans l'atmosphère. Cette pratique est utilisée sur 15 % de la côte britanno-colombienne et dans 50 % du reste de la province, là où la coupe à blanc est pratiquée (C.-B., 2020; ECCC, 2019). En 2015, la coupe à blanc était la méthode de récolte la plus répandue, pratiquée dans 85 % des zones de récolte du Canada. Le brûlage des résidus forestiers est toutefois plus répandu en Colombie-Britannique à cause de la réglementation et des circonstances économiques qui lui sont propres (Statistique Canada, 2018). Selon les estimations établies

pour l'inventaire national, le brûlage de déchets forestiers générerait au moins 5 Mt éq. CO₂ annuellement (Ogle, 2020). S'ajoutent d'autres facteurs d'émissions importants dans le secteur de l'ATCATF dans ces régions : les infestations de dendroctone du pin ponderosa et les saisons des feux sans précédent qu'a connu la Colombie-Britannique en 2017-2018. Les émissions des peuplements forestiers ayant un taux de mortalité par les insectes inférieur à 20 % sont comprises dans les estimations de l'inventaire, tandis que les zones incendiées (plus de 2,5 millions d'hectares) sont exclues des rapports nationaux (ECCC, 2020d; National Forestry Database, 2020).

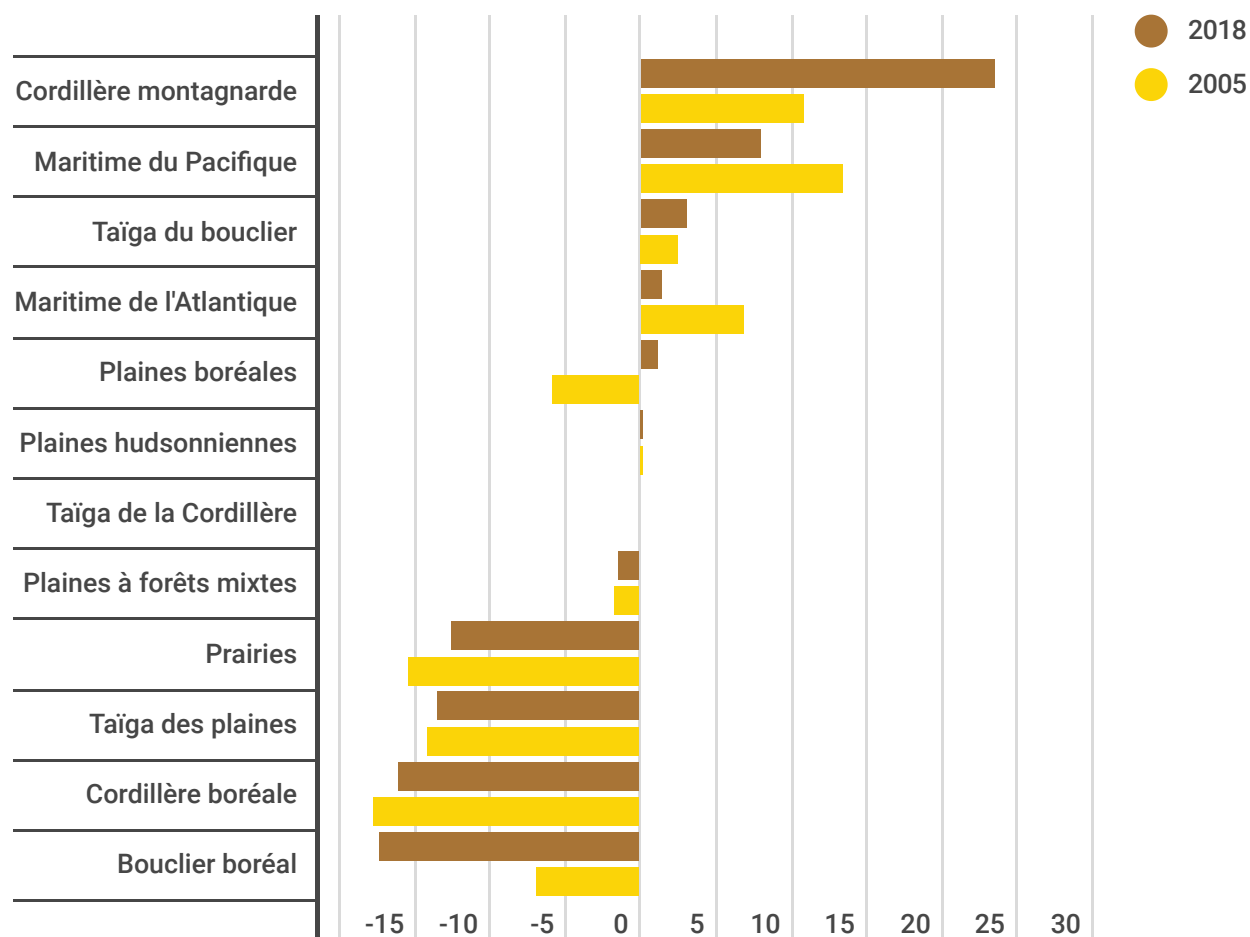
Les plus importants puits liés au secteur de l'ATCATF se

trouvent dans le Bouclier boréal, une écozone qui couvre le nord du Québec, de l'Ontario, du Manitoba et de la Saskatchewan, et dans la Cordillère boréale, une écozone qui couvre le nord de la Colombie-Britannique et le sud du Yukon. Ces régions abritent la forêt boréale canadienne, le plus grand écosystème forestier continu préservé de la planète (OCDE, 2017).

De nombreuses activités humaines contribuent à la disparition des écosystèmes au fil du temps, notamment l'agriculture, l'industrie et l'occupation de nouveaux territoires, qui contribuent à la déforestation (figure 11.3). Le secteur forestier canadien n'est pas un facteur majeur de déforestation, puisqu'il respecte des normes d'aménage-

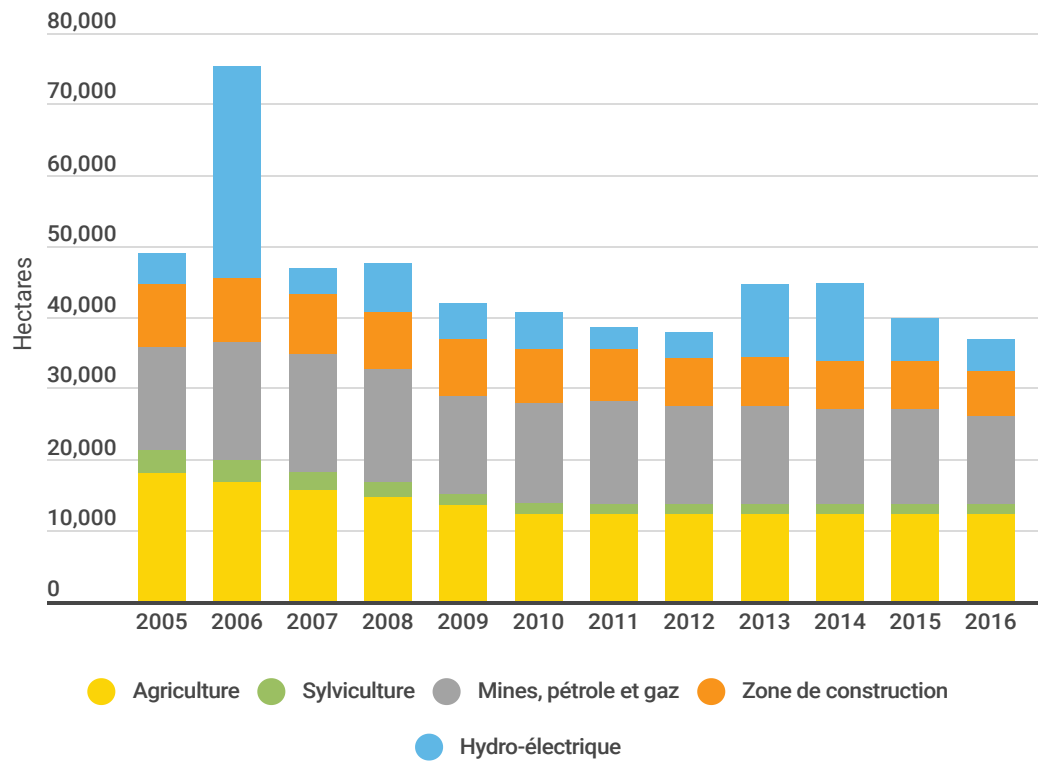
FIGURE 11.2:

Sources et puits nets du secteur de l'ATCATF par écozones (en Mt éq. CO₂)



Cette figure montre l'incidence du secteur de l'ATCATF sur les GES pour chaque écozone du Canada en 2005 et en 2018. Les émissions de la Cordillère montagnarde ont doublé, ce qui en fait la plus grande source d'émissions liées au secteur de l'ATCATF au pays. La forêt boréale canadienne (écozones de la Cordillère boréale et du Bouclier boréal) est le plus grand puits de GES au pays.

FIGURE 11.3:
Déforestation
annuelle au Canada
par secteur (en
hectares)



Cette figure montre l'étendue de la déforestation annuelle (en hectares) au Canada de 2005 à 2016 selon le type d'activité humaine. À l'exception de 2006, année où les niveaux de déforestation ont été particulièrement élevés à cause de la construction d'un barrage hydroélectrique, les niveaux sont demeurés relativement stables.

Source : RNCan (2018).

ment durable reconnues internationalement (OCDE, 2017). Par contre, depuis le début du XIXe siècle, le Canada a perdu de 80 à 90 % de ses milieux humides dans les régions urbaines ou aux alentours, principalement à cause de changements d'affectation des terres (ICCC, 2020; Ressources naturelles Canada, 2018).

LACUNES DU SECTEUR DE L'ATCATF COMME INDICATEUR

L'utilisation des données sur le secteur de l'ATCATF comme indicateur de la santé des écosystèmes et des avantages climatiques fondés sur la nature a toutefois ses limites.

Tout d'abord, ces données ne montrent pas les répercussions des perturbations naturelles, comme les feux incontrôlés. L'indicateur ATCATF ne tient compte que des sources et des puits anthropiques (d'origine

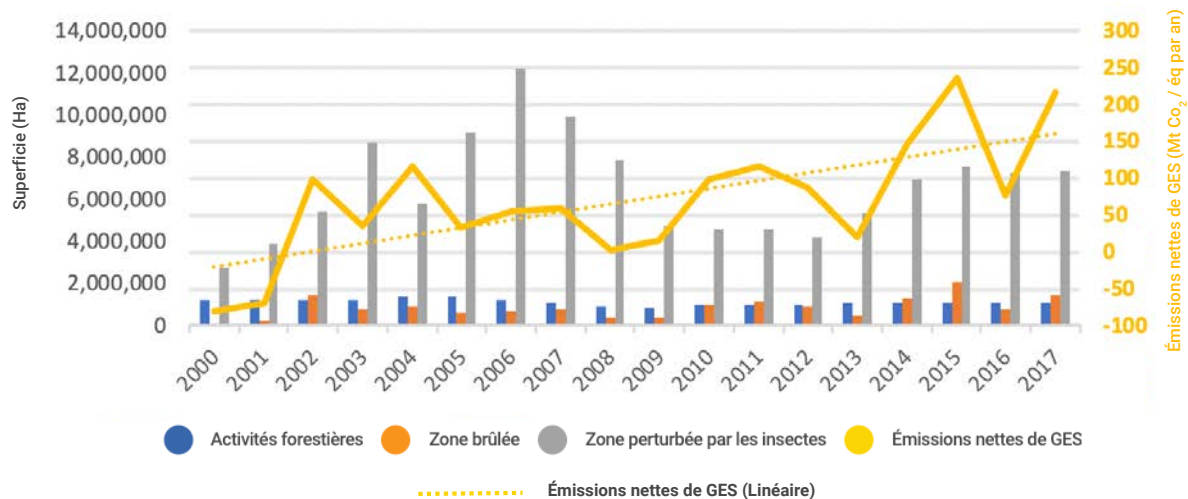
humaine) liés à l'affectation des terres, aux changements d'affectation des terres et à la foresterie. Il s'agit d'une approche raisonnable pour l'établissement d'objectifs de GES nationaux. Mais les perturbations naturelles qui ne sont pas directement liées à l'activité humaine contribuent tout de même aux émissions mondiales de GES et à l'accentuation des changements climatiques.

Par exemple, le volet « territoires forestiers » de l'indicateur ATCATF fait état des émissions nettes sur les territoires aménagés, qui ne représentent que 65 % des régions boisées du Canada. Les territoires forestiers non aménagés peuvent être des puits ou des sources d'émissions considérables, particulièrement à la suite de perturbations naturelles comme des feux incontrôlés ou des infestations d'insectes, ou de la régénération des zones perturbées.

Les données sur le secteur de l'ATCATF ne portent pas non plus directement sur les émissions générées par les perturbations naturelles dans les territoires sous aménage-

FIGURE 11.4:

Émissions de carbone canadiennes provenant des territoires forestiers sous aménagement, incluant les perturbations naturelles



Cette figure montre l'effet des perturbations naturelles dans les forêts, comme les feux incontrôlés et les infestations d'insectes, sur les émissions de GES. Les territoires forestiers aménagés du Canada sont une source nette d'émissions de GES lorsqu'on tient compte des perturbations naturelles. Les barres renvoient à l'axe de gauche et montrent le nombre d'hectares touchés, alors que la courbe renvoie à l'axe de droite et montre la variation des émissions de GES au fil du temps, affichant une tendance à la hausse.

Source : RNCAN (2018).

ment, à l'exception des zones de protection contre les incendies (figure 11.4). Si l'on tenait compte de ces perturbations, les estimations pour les territoires forestiers en 2018 passeraient d'un puits net de 140 Mt éq. CO₂ à une source nette de 110 Mt éq. CO₂ (RNCAN, 2020; ECCC, 2020a). Il s'agit donc d'une différence de 250 Mt éq. CO₂ seulement pour les territoires forestiers sous aménagement.

Le suivi plus détaillé des émissions associées aux perturbations naturelles et aux territoires non aménagés mettrait donc en lumière les avantages climatiques des mesures de réduction des dommages causés par les incendies et de gestion des infestations d'insectes. Bien que ces événements soient souvent jugés hors de notre contrôle, de nombreuses technologies et pratiques novatrices pourraient être envisagées (ex. : pratiques d'aménagements des forêts, réduction des risques d'incendie, protection et plantation d'arbres à feuilles caduques, pratiques autochtones de gestion des incendies) (FPAC, 2019).

Ensuite, les données sur le secteur de l'ATCATF ne tiennent pas compte des puits et des sources de carbones

de tous les types d'écosystèmes. Les estimations sur les milieux humides se limitent par exemple aux zones d'extraction de tourbe et aux zones inondées pour la création de réservoirs hydroélectriques, ce qui ne représente qu'une infime proportion de ces écosystèmes au pays (ECCC, 2020a). Depuis des millénaires, les tourbières ont accumulé deux fois plus de carbone que les forêts; elles peuvent donc devenir des sources importantes d'émissions si elles s'enflamment ou si elles sont détruites par l'activité minière (PNUE, 2019; Johnston, 2017). Le Canada compte les plus grands puits de carbone sous forme de tourbières au monde, ces dernières couvrant approximativement 12 % de la superficie totale des terres. Les plus grandes se trouvent dans le nord de l'Ontario et du Québec (WCS, 2020).

Les écosystèmes nordiques, dominés par le pergélisol, ne sont généralement pas inclus dans les estimations sur le secteur de l'ATCATF. Les changements climatiques accélèrent la fonte du pergélisol, transformant les écosystèmes arctiques, jadis des puits durables, en sources d'émissions potentielles à long terme (Ogle et al., 2018; Jeong et al., 2018; Price et al., 2013). Selon l'évo-

TABLEAU 11.1:

Enjeux liés aux changements climatiques qui ne sont pas pris en compte dans les estimations sur le secteur de l'ATCATF (en Mt éq. CO₂)

Catégorie	Émissions nettes en 2018	Sources d'émissions de GES exclues de l'indicateur ATCATF	Avantages et désavantages en matière de résilience qui ne sont pas reflétés par l'indicateur ATCATF
Produits ligneux récoltés	130		Perte de résilience causée par le remplacement de forêts matures par des forêts au stade pionnier
Territoires forestiers	- 140	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Perturbations naturelles ▶ Territoires non aménagés 	Migration d'espèces, perte d'habitats, érosion des sols, atténuation des inondations
Peuplements	2	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Perturbations naturelles 	Atténuation des inondations, gestion des eaux pluviales, refroidissement, santé
Terres cultivées	- 6	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Boisement des terres cultivées 	Érosion des sols, atténuation des inondations
Prairies	0	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Diversification des prairies 	Santé des sols, érosion des sols, migration d'espèces, perte d'habitats
Milieux humides	3	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Diversification des milieux humides ▶ Perturbations naturelles 	Atténuation des inondations, perte d'habitats
Carbone bleu	S.O.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Estimations de puits et de sources pour les herbiers marins ▶ Perturbations naturelles ▶ Activités humaines 	Atténuation des ondes de tempête
Pergélisol	S.O.	<p><i>Source: ECCC (2020).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Perturbations naturelles 	Perte de routes de glace, stabilité des bâtiments
Total :	- 32		

lution des changements climatiques, le Canada pourrait perdre de 16 à 35 % de son pergélisol d'ici 2100, comparativement à la surface occupée en 2000 (Price *et al.*, 2013). Les données ne tiennent pas compte non plus des écosystèmes estuariens et côtiers comme les herbiers marins (ex. : herbiers de zostères), qui peuvent absorber et stocker 90 fois plus de carbone qu'une forêt de superficie comparable (la superficie des herbiers marins du Canada est toutefois beaucoup plus petite que celle de ses forêts) (Molnar *et al.*, 2012).

En faisant un suivi plus attentif de ces puits et sources de carbone, on mettrait en lumière les avantages climatiques de la diversité des écosystèmes, ce qui renforcerait les arguments en faveur de leur protection

et de leur restauration.

Enfin, les données sur le secteur de l'ATCATF ne mesurent pas les avantages des écosystèmes en matière de résilience climatique.

Les milieux humides, les écosystèmes côtiers et les forêts peuvent renforcer la résilience des collectivités en atténuant les risques d'inondation et d'ondes de tempête ainsi que les conséquences d'autres phénomènes météorologiques extrêmes, des températures extrêmes et de l'érosion des sols (ICABCCI, 2020; ICC, 2020; Simard *et al.*, 2018; Molnar *et al.*, 2012).

Mesurer ces avantages et reconnaître leur valeur pourrait fournir un incitatif supplémentaire pour la protection et la restauration des écosystèmes. Les différents types de

milieux humides peuvent avoir chacun leurs avantages en matière de climat : les tourbières sont par exemple de précieux puits de carbone à préserver, mais les terres humides minérales dans les régions urbaines ou aux alentours peuvent offrir d'énormes avantages en matière d'atténuation des inondations (Pattison-Williams, 2018).

La biodiversité peut aussi être un facteur important de résilience. Par exemple, la forêt pluviale de Great Bear, sur la côte ouest de la Colombie-Britannique, territoire de la Première Nation Heiltsuk, est nourrie par l'azote que dégagent les carcasses de saumons laissées par les ours (BBC, 2014). L'amélioration de la santé des arbres et du sol se traduit par une réduction des risques de feux de forêt.

DONNÉES MANQUANTES

Le Canada n'est pas près d'avoir une base de données exhaustive et intégrée sur ses écosystèmes, sur leur rôle comme puits et sources de GES et sur les nombreux avantages supplémentaires qu'ils fournissent (comme le renforcement de la résilience). L'inventaire national des milieux humides n'est pas encore terminé, et le suivi annuel des pertes et des détériorations d'écosystèmes n'est pas normalisé d'un territoire à l'autre.

Les configurations végétales fluctuantes et l'accès difficile pour les mesures sur le terrain ont compliqué l'évaluation de l'étendue des milieux humides (Johnston, 2017; ECCO, 2016). Les technologies de télédétection, comme l'imagerie satellitaire et la photographie aérienne, peuvent aider à surmonter ces difficultés. D'importants progrès ont été réalisés en matière de données et d'outils de télédétection (Mahdianpari *et al.*, 2020, Banque mondiale, 2020). Ressources naturelles Canada cherche aussi à modéliser les puits et les sources des tourbières boréales, modèles qui pourraient plus tard s'ajouter à l'inventaire national du Canada. Une mesure de l'incidence humaine a également été mise au point pour les écosystèmes estuarien

et côtier des provinces de l'Atlantique; elle illustre les conséquences des nombreuses pressions sur ces écosystèmes (Murphy *et al.*, 2019)

Les marchés compensatoires pourraient aussi inciter à une quantification plus précise des sources et des puits d'émissions. Contrairement aux territoires forestiers, les milieux humides peuvent stocker du carbone à trois mètres de profondeur, ce qui complique encore davantage la mesure du carbone (Johnston, 2017). Les travaux vont toutefois bon train dans ce domaine également : le Saskatchewan Research Council s'est associé au secteur forestier pour élaborer un protocole rapide et raisonnablement précis permettant aux aménagistes forestiers d'estimer les quantités de carbone stockées dans les milieux humides (Johnston, 2017).

Établir des liens entre les politiques de compensation carbone et de résilience basées sur les écosystèmes et d'autres initiatives, comme les plans d'adaptation locaux et les programmes de protection de la biodiversité régionaux et nationaux, peut contribuer à l'atteinte de plusieurs objectifs. Les marchés libres de compensation carbone sont une avenue idéale pour l'intégration de ces objectifs, puisqu'un grand nombre d'acheteurs seraient prêts à payer plus cher pour des crédits offrant des avantages supplémentaires, comme une résilience et une biodiversité accrues (Monahan *et al.* 2020; Hamrick *et al.*, 2018).

Les évaluations environnementales, les consultations auprès des peuples autochtones pour les grands projets et l'analyse des pratiques de gestion autochtones des aires et des écosystèmes protégés offrent de belles occasions de proposer de nouvelles approches pour mesurer et apprécier les services écosystémiques. Par exemple, les discussions entre la société minière Noront et les Premières Nations des basses-terres de la baie James dans le nord de l'Ontario ont mené à la refonte d'un projet de mine de chromite souterraine afin de limiter la détérioration d'inestimables tourbières et territoires de chasse (Gamble, 2017).



CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

En définissant un ensemble de 11 indicateurs de croissance propre, le présent rapport visait trois grands objectifs.

Tout d'abord, il définit ce qu'est la croissance propre (dans le contexte des changements climatiques) : une croissance économique inclusive qui réduit les émissions de gaz à effet de serre, renforce la résilience aux changements climatiques et améliore le bien-être des Canadiens. Cette définition orientera le travail de l'Institut dans ce domaine à l'avenir, mais offre aussi une approche qui pourrait être avantageuse pour tous les ordres de gouvernement au Canada. Une réflexion intégrant les changements climatiques et les enjeux économiques, sociaux et environnementaux peut favoriser l'adoption de solutions collaboratives permettant d'atteindre simultanément plusieurs objectifs pour remplacer l'approche actuelle, axée sur les compromis. Cette façon de faire gagnera en importance avec l'accélération des mesures de lutte contre les changements climatiques.

Ensuite, il établit un cadre pour mesurer les progrès du Canada en matière de croissance propre au fil du temps. En faisant le suivi des indicateurs définis dans ce rapport, le Canada peut quantifier le succès de sa stratégie de croissance propre et alimenter le dialogue au sein et à l'extérieur des gouvernements sur les approches et les politiques optimales. Ces indicateurs de croissance propre ne prétendent pas constituer un guide définitif, mais plutôt le point de départ d'une conversation élargie sur la manière dont le Canada peut

lutter contre les changements climatiques tout en réalisant *également* d'importants objectifs économiques, sociaux et environnementaux. Ce vaste dialogue gagnerait à être nourri par des gens de partout au Canada, aux perspectives, aux origines, aux expériences et aux champs d'intérêt variés.

Enfin, il contribue à mettre en lumière les politiques gouvernementales qui favorisent une croissance propre. Mesurer les progrès réalisés permet de souligner les réussites antérieures et de définir les prochaines étapes de la transition nationale. Si les choses progressent lentement ou reculent dans certains secteurs ou régions, cela signifie parfois qu'il faut créer ou élargir des politiques. À l'inverse, les secteurs ou les régions où les progrès sont considérables peuvent offrir d'importantes leçons qui pourraient être amplifiées ou mises à profit ailleurs.

Notre analyse a permis de tirer trois grandes conclusions, pour chacune desquelles nous formulons ici des recommandations à l'intention des gouvernements. Nous soulignons également les domaines à approfondir lorsque notre analyse, sans produire de recommandations définitives, met plutôt en lumière des options de politiques potentielles ou des questions qui méritent d'être creusées en profondeur.

CONCLUSION 1 : Il est possible d'atteindre simultanément des objectifs climatiques, économiques et de bien-être, mais cela requiert une collaboration considérable.

Mieux nous connaissons les liens entre les mesures liées au climat et les autres, plus nous avons de chances d'atteindre plusieurs objectifs de manière rentable. Notre analyse ne fait qu'effleurer les facteurs complexes et interreliés qui sous-tendent chacun de nos indicateurs de croissance propre. À l'heure où le Canada redouble d'efforts pour réduire les GES et où les répercussions des changements climatiques s'accroissent, il est de plus en plus important de comprendre les liens entre le climat, l'économie et le bien-être.

Si l'on choisit les politiques et les mesures appropriées, la réduction des émissions de GES, le renforcement de la résilience, la stimulation économique et l'amélioration du bien-être peuvent aller de pair. Mais il ne faut pas non plus sous-estimer l'ampleur des efforts à déployer. Il est facile d'affirmer qu'on souhaite à la fois favoriser la croissance économique et réduire considérablement les GES, mais beaucoup plus difficile d'expliquer exactement *comment*. Il est également facile de clamer que personne ne doit être laissé pour compte, mais beaucoup plus difficile de mettre en place les mécanismes nécessaires pour protéger les Canadiens vulnérables.

Recommandations aux gouvernements:

Établir des responsabilités transversales explicites au sein du gouvernement. Afin de réaliser des progrès simultanés en matière de climat, d'économie et de bien-être, les gouvernements devraient concevoir et sélectionner des politiques visant plus d'un objectif. Cela nécessite des orientations claires des dirigeants gouvernementaux (comme une lettre de mandat) et des structures de gouvernance horizontales officielles (comme un comité sur la croissance sobre en carbone) qui clarifieraient les priorités et les objectifs communs. Ces orientations pourraient s'appliquer aux politiques climatiques, économiques, environnementales et sociales de tous les ordres de gouvernement. Bien que certains compromis et certaines concessions soient inévitables, il est souvent possible d'améliorer les résultats généraux grâce à un processus de conception collaboratif pointu et à des mesures complémentaires. Parfois, un seul moyen d'action soigneusement choisi suffira, mais dans bien des cas, la combinaison de plusieurs moyens d'action des différents ordres de gouvernement sera plus efficace.

Domaine à approfondir pour les gouvernements et les chercheurs en politiques:

Mener des évaluations stratégiques de la croissance propre? Plusieurs gouvernements canadiens exigent que les propositions de politiques comprennent une évaluation environnementale stratégique. Le gouvernement fédéral considère aussi les grands investissements publics en infrastructure dans une optique climatique. Il serait bon de développer ces outils pour y intégrer explicitement un ensemble de critères plus larges liés aux objectifs de croissance propre. Par exemple, les projets d'infrastructure doivent naturellement tenir compte des objectifs économiques généraux, mais omettent parfois les objectifs de croissance sobre en carbone. Une approche axée sur la *croissance sobre en carbone* pourrait favoriser des investissements qui soutiennent le développement et l'adoption de technologies sobres en carbone.

CONCLUSION 2 : Nous n'avons pas toutes les données nécessaires pour mesurer les progrès en matière de croissance propre.

Mesurer la croissance propre n'est pas tâche facile. Dans certains cas, les indicateurs ont tellement de facettes qu'il est difficile de les évaluer à partir de quelques statistiques seulement. Dans d'autres cas, les données nécessaires pour bien évaluer les progrès ne sont tout simplement pas accessibles.

Les données sont cruciales pour repérer les liens et les interactions qui touchent à la croissance propre. Elles permettent aux gouvernements de mesurer les progrès et d'effectuer les ajustements nécessaires. En investissant dans de nouvelles données de qualité qui feraient des rapprochements entre changements climatiques, croissance économique et bien-être des Canadiens, on ouvrirait la voie à de nouvelles recherches et à l'élaboration de politiques qui favorisent la croissance propre. L'ampleur et l'ambition des objectifs canadiens en matière de changements climatiques mériteraient que l'on déploie des efforts d'une envergure similaire pour améliorer les données, ainsi que les ressources financières et humaines nécessaires pour y arriver.

Le présent rapport fait état de multiples lacunes dans les données, mais nous présentons ici les grandes priorités pour mesurer la croissance propre.

Recommandations aux gouvernements

- ▶ **Mieux définir les liens entre les données sur les GES et l'économie.** La recherche et l'élaboration de politiques en matière de croissance propre nécessitent des données sur les GES facilement accessibles et corrélées avec des données sur le PIB, l'emploi, le commerce et autres (indicateur 1).
- ▶ **Améliorer les données sur les GES pour les territoires du Canada.** Les chercheurs ont besoin de meilleures données pour inclure les territoires dans des analyses comparatives avec les provinces (indicateurs 1 et 7).
- ▶ **Recueillir davantage de données de qualité sur les coûts des phénomènes météorologiques extrêmes.** Il faut améliorer l'uniformité et l'exhaustivité de la Base de données canadienne sur les catastrophes (indicateur 2).
- ▶ **Élargir la portée des données sur les technologies propres pour y inclure davantage de technologies liées aux changements climatiques.** Nous devons tenir compte des activités économiques qui, sans être entièrement « propres », sont conformes aux approches de croissance sobre en carbone, ainsi que des technologies qui favorisent l'adaptation et la résilience aux changements climatiques (indicateurs 3 et 5).
- ▶ **Cataloguer les investissements en infrastructure publics pour en faciliter le suivi.** Nous proposons de classer les investissements en quatre catégories d'infrastructures liées au climat : 1) sobres ou zéro carbone; 2) favorisant la croissance sobre en carbone; 3) résilientes; 4) naturelles (indicateur 6).
- ▶ **Mettre au point des indicateurs plus exhaustifs de la vulnérabilité sociale en contexte de changements climatiques.** La vulnérabilité aux changements climatiques dépend de plusieurs facteurs, y compris les sensibilités existantes comme la pauvreté ou les problèmes de santé, l'exposition aux répercussions climatiques et la capacité d'adaptation avant et après les événements climatiques. À l'heure actuelle, peu d'indicateurs rendent pleinement compte de tous ces éléments (indicateur 9).
- ▶ **Améliorer les données sur les tendances des milieux humides et des écosystèmes marins et sur leurs répercussions sur le climat.** Le Canada a besoin d'une organisation ayant des moyens comparables à ceux du Service canadien des forêts pour les écosystèmes comme les milieux humides et les écosystèmes estuariens et côtiers, afin de recueillir de meilleures mesures sur les puits et les sources de carbone et d'analyser les avantages pour la résilience climatique (indicateur 11).

CONCLUSION 3 : Sous plusieurs aspects, les progrès du Canada en matière de croissance propre sont peu marqués ou inégaux.

Notre analyse des indicateurs met en lumière certains domaines importants où le Canada pourrait augmenter la cadence.

- ▶ **Le découplage des GES et du PIB n'est pas constant** dans l'ensemble du pays; l'économie de plusieurs provinces est encore étroitement liée aux émissions de GES. Pour découpler la croissance économique et les émissions de GES, il faudra se concentrer sur trois aspects : la réduction des émissions de sources existantes, le transfert des ressources des activités à fortes émissions de carbone vers des activités à faibles émissions et l'accélération de l'intégration et de la croissance des entreprises sobres en carbone.
- ▶ La croissance des **technologies propres est lente** et concentrée dans quelques provinces seulement. Ce secteur ne fournira pas la croissance et les emplois nécessaires sans une expansion considérable.
- ▶ **L'adoption des technologies sobres en carbone n'est pas la même** dans tous les secteurs; on constate même une augmentation des émissions liées au transport routier et aux bâtiments commerciaux.
- ▶ **Les pertes d'emploi liées à la transition climatique sont pour le moment circonscrites**, mais certains secteurs, certaines collectivités et certains citoyens pourraient y être exposés à l'avenir.
- ▶ L'activité humaine continue d'entraîner la perte de **services écosystémiques** liés au climat.

L'analyse a aussi mis en lumière certaines possibilités dont les approches actuelles ne profitent pas pleinement.

- ▶ Il existe de **nombreuses possibilités d'investissement dans des infrastructures résilientes et sobres en carbone**; celles-ci pourraient accroître les occasions d'emplois dans certaines régions et pour certaines personnes vulnérables, tout en pavant la voie à la croissance sobre en carbone et à la résilience aux changements climatiques.
- ▶ Il existe également des possibilités de générer des **bienfaits pour la santé en réduisant la pollution atmosphérique**, particulièrement en ce qui a trait au transport urbain.

D'autres études et analyses faciliteront l'élaboration de politiques exhaustives dans ces domaines, mais il y a place à des investissements à court terme qui prépareront le terrain pour la croissance sobre en carbone.

Recommandation aux gouvernements

- ▶ **Utiliser les investissements à court terme pour favoriser une transition vers la croissance propre à long terme.** Les indicateurs définis dans ce rapport permettent de mesurer la réussite à long terme. Toutefois, les politiques et les investissements mis en place dès aujourd'hui peuvent préparer le terrain pour une croissance économique résiliente et sobre en carbone à long terme. Les gouvernements peuvent jouer un rôle déterminant pour éliminer les obstacles aux investissements privés, particulièrement lorsque l'économie est en difficulté et que les fonds sont limités. Les investissements dans les infrastructures permanentes qui ne sont pas sobres en carbone ou résilientes auront des conséquences à long terme.

DOMAINES À APPROFONDIR POUR LES GOUVERNEMENTS ET LES CHERCHEURS

Associer le développement des technologies et leur adoption.

Puisque le faible taux d'adoption national des technologies propres est l'un des principaux obstacles à la croissance des entreprises de ce secteur, les mécanismes d'intervention visant à accélérer ce taux d'adoption pourraient cibler des domaines où les entreprises canadiennes semblent réussir, mais où elles peinent à trouver des acheteurs au pays. Cela pourrait stimuler la croissance de marchés nationaux qui mettraient les entreprises canadiennes en meilleure posture pour réussir à l'étranger.

Associer les politiques sur le développement économique et les compétences aux risques et possibilités d'emploi liés aux changements climatiques.

Certaines régions et collectivités où les emplois sont concentrés dans un secteur à risque pourraient être particulièrement vulnérables, tout comme les personnes ayant des compétences limitées ou un faible niveau de scolarité. L'établissement d'un lien plus probant entre les scénarios de transition pour la lutte contre les changements climatiques et les politiques sur le développement économique et les compétences pourrait réduire les vulnérabilités et offrir des occasions d'emploi liées à la croissance sobre en carbone.

Cibler le transport urbain.

Taux d'adoption des technologies propres faible dans le secteur du transport, hausse des émissions de GES et données liant pollution atmosphérique urbaine et problèmes de santé : nos indicateurs donnent de nombreuses raisons de se pencher plus sérieusement sur le transport urbain.

Freiner la disparation des services écosystémiques liés aux changements climatiques.

Le brûlage des déchets forestiers par les sociétés forestières, l'assèchement des milieux humides pour l'agriculture et l'urbanisation, la déforestation causée par les activités industrielles et bien d'autres activités réduisent les bienfaits de la nature pour les générations actuelles et futures. Les changements climatiques exacerberont bon nombre de pressions sur les écosystèmes.

Soutenir davantage d'initiatives autochtones.

Les initiatives autochtones peuvent présenter de nombreux avantages économiques, sociaux, environnementaux et climatiques. Un soutien accru aux aires protégées, à la gestion des terres, aux projets d'énergies renouvelables, au logement durable, à la gestion des incendies et à d'autres initiatives autochtones pourrait accélérer les progrès en matière de croissance durable au Canada.

Plutôt que de présenter une vision unique de la croissance propre, ce rapport propose d'intéressantes questions en matière de recherche et de politiques qui pourraient permettre de trouver de nouvelles approches. Il sera plus facile de répondre à ces questions lorsqu'on disposera de meilleures données. L'Institut canadien pour des choix climatiques continuera d'analyser les enjeux soulevés en faisant appel à des organisations de partout au Canada.

NOTES FINALES

1. Nota : Pour les besoins de ce rapport, le terme carbone englobe l'équivalent dioxyde de carbone pour toutes les émissions de gaz à effet de serre.
2. Les technologies résilientes comprennent tout ce qui aide à prévenir, à éviter ou à atténuer les conséquences des changements climatiques (ex. : robot-pompier, système de pistage des tiques, matériau de construction ignifuge).
3. Nota : Sobre en carbone fait ici référence à l'équivalent dioxyde de carbone, qui comprend tous les GES.
4. L'article d'Arik Levinson sur le découplage des émissions de dioxyde de soufre et de la croissance manufacturière aux États-Unis (2015) est un bon exemple d'analyse en profondeur d'une tendance de découplage. L'auteur y étudie deux facteurs – le changement de la composition du secteur et l'évolution des techniques – et conclut que 90 % du découplage observé entre 1990 et 2008 est attribuable au second.
5. L'OCDE utilise la productivité du CO₂ comme statistique principale de la croissance verte. Cette statistique mesure les émissions de CO₂ associées à la production d'énergie et ne tient donc pas compte des autres émissions de GES, par exemple le méthane agricole. Dans le cas où ces autres émissions seraient prises en compte, le classement resterait sensiblement le même, mais avec un score moins élevé pour certains pays où le secteur agricole est fort (ex. : Nouvelle-Zélande).
6. Nota : Cette section porte uniquement sur les coûts économiques des changements climatiques. Les coûts humains – et leur répartition dans la société – sont explorés à l'indicateur 9 (résilience inclusive).
7. La base de données sur les produits ETP regroupe, au moyen d'une étiquette, les activités économiques pertinentes qui sont autrement réparties dans divers secteurs déjà visés par les mesures traditionnelles du PIB (selon le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord). Comme il n'existe pas de secteur officiel des technologies propres, cette approche est la seule manière de dresser un portrait complet des activités économiques liées à l'environnement.
8. La réduction des émissions de carbone associées aux biens et services importés est un facteur clé de la croissance propre. L'OCDE (2019) surveille les émissions de carbone associées aux échanges commerciaux; toutefois, ses données les plus récentes datent de 2011 et ne figurent donc pas dans le présent rapport.
9. Pour la définition complète des produits ETP, voir l'indicateur 3.
10. Par exemple, selon la norme de mesure de l'OCDE, on estime à 309 millions de dollars américains le montant du financement privé mobilisé pour des initiatives de lutte contre les changements climatiques entre 2017 et 2018, à partir d'une contribution canadienne de 213 millions de dollars américains. Toutes ces contributions ont été versées à des pays en voie de développement (ECCC, 2019).
11. Nous définissons les infrastructures comme tout système physique de base indispensable au fonctionnement de l'économie et de la société. Cela comprend les infrastructures construites (immeubles, réseaux de transport, réseaux de communication, infrastructures de gestion de l'eau et des eaux usées, réseaux électriques, systèmes de chauffage) et les infrastructures naturelles, ou « vertes » (milieux humides, forêts, estuaires, lacs, etc.). Il s'agit généralement d'actifs durables dont la construction peut nécessiter beaucoup de capitaux.
12. Selon Statistique Canada, les investissements dans les technologies de capture et de stockage de CO₂ devraient être comptabilisés dans la catégorie « Dépollution » dans les figures 6.1 et 6.2. Toutefois, ces investissements peuvent être parfois comptabilisés dans la catégorie des infrastructures pétrolières et gazières.
13. Nous avons exclu les secteurs de la finance et des assurances, ainsi que les services professionnels, scientifiques et techniques, puisque ces secteurs sont extrêmement diversifiés et donc peu susceptibles d'être tous touchés par un même événement (à l'exception d'un ralentissement économique général). Ces secteurs sont aussi concentrés dans de grandes régions urbaines, où il est plus probable qu'il y ait création de nouvelles perspectives d'emploi.
14. Ces dépenses comprennent la consommation totale d'énergie et de chauffage domestique (électricité, gaz naturel, mazout domestique), les carburants de transport (essence, diesel) et les transports en commun (billets d'autobus, de transport en commun rapide, de métro ou de train de banlieue). Nous avons inclus les transports en commun afin d'établir une comparaison juste pour les ménages n'utilisant pas de véhicule privé.
15. La hausse des dépenses totales reflète probablement une hausse des revenus et des dettes.
16. Le seuil de 10 % pour la pauvreté énergétique a été établi par B. Boardman (1991). Il correspond aux ménages qui dépensent plus de deux fois le montant médian pour l'énergie domestique et les carburants de transport. Même si ce seuil a été établi dans les années

1990 au Royaume-Uni, il est tout de même pertinent pour le Canada. Nous ne connaissons pas les dépenses médianes des ménages, mais le ménage moyen a consacré environ 7 % de ses dépenses totales à l'énergie domestique, aux carburants de transport et aux transports en commun. Puisque la médiane est probablement moins élevée que la moyenne, un seuil de 10 % correspondrait sans doute au double de la médiane canadienne.

17. L'estimation est donnée en dollars de 2015 et basée sur le recensement de 2015. Elle comprend les décès annuels associés à trois polluants : les $PM_{2.5}$, le NO_2 et l' O_3 (Santé Canada, 2019). Noter que les coûts estimés en dollars sont vraisemblablement conservateurs.

18. Une politique semblable à l'échelle nationale (mise en œuvre après l'élimination progressive du charbon en Ontario) devrait prévenir environ 1 008 décès prématurés et 871 hospitalisations ou visites à l'urgence entre 2015 et 2035, pour une économie estimée à 5 milliards de dollars (Pembina Institute, 2016). On prévoit également des économies de 3,4 milliards de dollars grâce à l'évitement de dommages liés aux changements climatiques (ECCC, 2018b).

19. Le charbon noir est un composant des particules fines et provient de la combustion incomplète de combustibles fossiles et de biomasse (ECCC, 2019c). Il est considéré comme un polluant climatique de courte durée de vie parce qu'il ne demeure dans l'atmosphère que quelques jours ou quelques semaines (C2ES, 2019). Le charbon noir est l'une des principales causes des changements climatiques mondiaux après le méthane et les émissions de dioxyde de carbone.

20. Il est important de noter qu'environ 13 % des émissions totales de $PM_{2.5}$ liées au transport routier proviennent de l'usure des pneus et des freins. Ces émissions ne seraient donc probablement pas touchées par des politiques d'amélioration du rendement du carburant ou une transition vers les véhicules électriques (ECCC, 2019a).

21. Les particules et le charbon noir provenant de brûlages dirigés sont compris dans les données nationales d'ECCC, mais ces dernières ne comprennent pas les émissions de feux incontrôlés et n'offrent pas de renseignements à l'échelle locale.

RÉFÉRENCES

Introduction : Bâtir un avenir sur la croissance propre

Brundtland, G. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>.

Cassidy, J. (2020). « Can We Have Prosperity Without Growth? », The New Yorker, le 3 février 2020. <https://www.newyorker.com/magazine/2020/02/10/can-we-have-prosperity-without-growth>.

ICCC (2020). Tracer notre voie : Clarifier les choix de politiques climatiques du Canada dans son parcours vers 2050. Institut canadien pour des choix climatiques. <https://choixclimatiques.ca/reports/tracer-notre-voie/>.

ECCC (2019a). Indicateurs environnementaux. Environnement et Changement climatique Canada. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux.html>.

ECCC (2019b). Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques. Environnement et Changement climatique Canada. <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/cadre-pancanadien.html>.

ECCC (2018). Réaliser un avenir durable : Stratégie fédérale de développement durable pour le Canada. Environnement et Changement climatique Canada. https://www.fsds-sfdd.ca/index_fr.html#/fr/goals/.

Gouvernement du Canada (2020). Vers la Stratégie nationale du Canada pour le Programme 2030. <https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/programmes/programme-2030/strategie-nationale.html>.

Lipsey, R. (2019). « Policies for green growth versus policies for no growth: a matter of timing », Handbook on green growth, dir. Roger Fouquet. Edward Elgar Publishing, Royaume-Uni.

Lipsey, R., K. Carlaw et C. Bekar (2006). Economic transformations: General purpose technologies and long-term economic growth. Oxford University Press.

OCDE (2011). Vers une croissance verte. Organisation de coopération et de développement économiques. https://www.oecd-ilibrary.org/fr/environnement/vers-une-croissance-verte_9789264111332-fr.

OCDE (2017). Indicateurs de croissance verte. Organisation de coopération et de développement économiques. <http://www.oecd.org/fr/croissanceverte/indicateurs-croissance-verte/>.

Raworth, K. (2020). Exploring Doughnut Economics. <https://www.kateraworth.com/doughnut/>.

Statistique Canada (2020). Carrefour de données liées aux objectifs de développement durable. Statistique Canada. <https://www144.statcan.gc.ca/sdg-odd/index-fra.htm>.

GNUDD (2020a). Green Growth, Organisation des Nations Unies, Plateforme de connaissances sur les objectifs de développement durable. Groupe des Nations Unies pour le développement durable. <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?menu=1447>.

GNUDD (2020b). Sustainable Development Goals, Organisation des Nations Unies, Plateforme de connaissances sur les objectifs de développement durable. Groupe des Nations Unies pour le développement durable. <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300>.

ONU (2020). SDG Indicators: Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development. Organisation des Nations Unies, Division de la statistique. <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/>.

YHI (2019). Decolonizing Clean Energy Policy in Canada? Yellowhead Institute. <https://yellowheadinstitute.org/2019/09/26/decolonizing-clean-energy-policy-in-canada/>.

Indicateur 1 : Croissance sobre en carbone

BP (2020). BP Energy Outlook 2019 Edition. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2019.pdf>.

Bundale, B. (2020). « N.S. exports to China hit nearly \$1 billion, but 2020 trade hampered by coronavirus », The Chronicle Herald, le 5 février 2020. <https://www.thechronicleherald.ca/business/local-business/exclusive-ns-exports-to-china-hit-nearly-1-billion-but-2020-trade-hampered-by-coronavirus-407393/>.

REC (2020a). Profils énergétiques des provinces et territoires – Nouvelle-Écosse. Régie de l'énergie du Canada. <https://www.cer-rec.gc.ca/nrg/ntgrtd/mrkt/nrgsstmprfls/ns-fra.html>.

REC (2020b). Profils énergétiques des provinces et territoires – Ontario. Régie de l'énergie du Canada. <https://www.cer-rec.gc.ca/nrg/ntgrtd/mrkt/nrgsstmprfls/on-fra.html>.



- REC (2020c). Profils énergétiques des provinces et territoires – Terre-Neuve-et-Labrador. Régie de l'énergie du Canada. <https://www.cer-rec.gc.ca/nrg/ntgrtd/mrkt/hrgsstmprfls/nl-fra.html>.
- WWF et CTG (2017). The Global Cleantech Innovation Index 2017. Fonds mondial pour la nature et Cleantech Group. http://info.cleantech.com/rs/151-JSY-946/images/Global_Cleantech_Innovation_Index_2017_FINAL.pdf.
- Dobson, S. et G. K. Fellows (2017). « Big and Little Feet: A Comparison of Provincial Level Consumption and Production-based Emissions Footprints », The School of Public Policy Publications, Université de Calgary, vol. 10, no 23, septembre 2017. <https://www.policyschool.ca/wp-content/uploads/2017/09/Big-and-Little-Feet-Dobson-Fellows.pdf>.
- ECCC (2020). Inventaire officiel canadien des gaz à effet de serre. Environnement et Changement climatique Canada. <http://data.ec.gc.ca/data/substances/monitor/canada-s-official-greenhouse-gas-inventory/>.
- Forrest, J. (2020). Commentary – Progress for Canadian Oil and Gas in 2018. Arc Energy Research Institute. Le 2 janvier 2018. <https://www.arcenergyinstitute.com/commentary-progress-for-canadian-oil-and-gas-in-2018/>.
- Gee, M. (2019). « Toronto's tech boom is transforming the city », The Globe and Mail, le 26 juillet 2019. <https://www.theglobeandmail.com/canada/toronto/article-torontos-tech-boom-is-transforming-the-city/>.
- BIRD et GBM (2017). The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future. Banque internationale pour la reconstruction et le développement et Groupe de la Banque mondiale. <https://documents.banquemondiale.org/fr/publication/documents-reports/documentdetail/207371500386458722/the-growing-role-of-minerals-and-metals-for-a-low-carbon-future>.
- AIE (2019). Data and statistics. Agence internationale de l'énergie. [https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=Total%20primary%20energy%20supply%20\(TPES\)%20by%20source](https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=Total%20primary%20energy%20supply%20(TPES)%20by%20source).
- AIE (2020). The Oil and Gas Industry in Energy Transitions: Insights from IEA analysis. Agence internationale de l'énergie. <https://www.iea.org/reports/the-oil-and-gas-industry-in-energy-transitions>.
- AIE (2019). World Energy Outlook 2019. Agence internationale de l'énergie. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>.
- Leach, A. (2020). « The symbolic meanings – and literal death – of Teck's Frontier mine project », The Globe and Mail, le 28 février 2020. <https://www.theglobeandmail.com/opinion/article-the-symbolic-meanings-and-literal-death-of-tecks-frontier-mine/>.
- N.-B. (2016). La transition vers une économie à faibles émissions de carbone – Le plan d'action sur les changements climatiques du Nouveau-Brunswick. Gouvernement du Nouveau-Brunswick. <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Climate-Climatiques/TenirLesGrandsEmetteursResponsables.pdf>.
- N.-É. (2020). What Nova Scotia is Doing. Gouvernement de la Nouvelle-Écosse. <https://climatechange.novascotia.ca/what-ns-is-doing/>.
- CNRC (2019). Marché des protéines d'origine végétale : analyse du marché canadien et du marché mondial. Conseil national de recherches du Canada. <https://nrc.canada.ca/fr/recherche-developpement/recherche-collaboration/programmes/marche-proteines-dorigine-vegetale-analyse-marche-canadien-marche-mondial>.
- NSB (2020). Clean Technology. Nova Scotia Business Inc. <https://www.novascotiabusiness.com/do-business/clean-technology>.
- BVG (2017). Décembre 2017 – Rapport du vérificateur général du Canada à l'Assemblée législative du Yukon : Les changements climatiques au Yukon. Bureau du vérificateur général du Canada. https://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/yuk_201712_f_42706.html.
- OCDE, statistiques (2020). Indicateurs de croissance verte (productivité du CO₂ en fonction de la production et de la demande). Organisation de coopération et de développement économiques. <https://stats.oecd.org/>.
- Î.-P.-É. (2018). A Climate Change Action Plan for Prince Edward Island: 2018-2023. Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard. <https://www.princeedwardisland.ca/fr/publication/pei-climate-change-action-plan>.
- Schiebe, T. (2019). « Tous les pays du monde devraient-ils copier la taxe suédoise sur le carbone? », Apolitical, le 17 octobre 2019. https://apolitical.co/fr/solution_article/chaque-pays-sur-terre-devrait-il-copier-la-taxe-sur-le-carbone-de-la-suede.
- Schumpeter (2020). « Big Oil has a do-or-die decade ahead because of climate change », The Economist, le 18 janvier 2020. <https://www.economist.com/business/2020/01/18/big-oil-has-a-do-or-die-decade-ahead-because-of-climate-change>.
- Sask. (2020). Gross Domestic Product. Gouvernement de la Saskatchewan. <https://dashboard.saskatchewan.ca/business-economy/key-economic-indicators/gross-domestic-product>.
- Stapczynski, S., A. Shiryayevskaya et N. S. Malik (2020). « Global oversupply sets up LNG for a year of record low prices », World Oil, le 24 janvier 2020. <https://www.worldoil.com/news/2020/1/24/global-oversupply-sets-up-lng-for-a-year-of-record-low-prices>.
- Statistique Canada (2020). Tableau 38-10-0097-01 Compte physique de flux des émissions de gaz à effet de serre. Statistique Canada. <https://doi.org/10.25318/3810009701-fra>.
- Statistique Canada (2019a). Produit intérieur brut, en termes de dépenses, provinciaux et territoriaux, annuel. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3610022201&request_locale=fr.

Statistique Canada (2019b). Produit intérieur brut (PIB) aux prix de base, par industries, provinces et territoires, part en pourcentage. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/cv.action?pid=3610040001&request_locale=fr.

FEM (2019). Mapped: fossil fuel production by country. Forum économique mondial. <https://www.weforum.org/agenda/2019/06/mapped-fossil-fuel-production-by-country/>.

Yn (2020). Bilan des émissions de gaz à effet de serre au Yukon. Gouvernement du Yukon. https://yukon.ca/sites/yukon.ca/files/env/env-greenhouse-gas-emissions-yukon-fr_1.pdf.

Indicateur 2 : Résilience économique

Adriano, L. (2017). « Financial impact of the Fort McMurray wildfire at nearly \$9 billion: Study », Insurance Business Magazine, le 19 janvier 2017. <https://www.insurancebusinessmag.com/ca/news/breaking-news/financial-impact-of-the-fort-mcmurray-wildfire-at-nearly-9-billion-study-45408.aspx>.

Alam, R. et S. Islam (2017). Economics profs report first findings in total cost of Fort McMurray wildfires. https://www.macewan.ca/wcm/MacEwanNews/STORY_FT_MAC_ECON_RESEARCH_2.

Antunes, P. et M.-C. Bernard (2016), Economic Repercussions of Fort Mac Fires – More Complex Than at First Glance. Le Conference Board du Canada. <https://www.conferenceboard.ca/reports/briefings/alberta-wildfires.aspx>.

Bryan-Baynes, E. (2019). « Quebec announces revamped flooding compensation program », Global News, le 15 avril 2019. <https://global-news.ca/news/5171302/quebec-flooding-compensation/>.

CDP (2018). Données sur les dangers climatiques dans les villes. <https://data.cdp.net/browse?category=Climate+Hazards>.

Conference Board (2016). Fort McMurray Wildfires to Cost Governments and Insurers More than \$5 Billion. Le Conference Board du Canada. https://www.conferenceboard.ca/press/newsrelease/16-11-15/Fort_McMurray_Wildfires_to_Cost_Governments_and_Insurers_More_Than_5_Billion.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1.

ECCC (2019). Le Canada dans un climat en changement. Environnement et Changement climatique Canada. <https://changingclimate.ca/fr/>.

Henstra, D. et J. Thistlethwaite (2017). « Climate Change, Floods, and Municipal Risk Sharing in Canada », IMFG Papers on Municipal Finance and Governance, no 30. https://munkschool.utoronto.ca/imfg/uploads/373/1917_imfg_no_30_online_final.pdf.

SAC (2019). Coûts remboursés par le Programme d'aide à la gestion des urgences de 2005 à 2019. Services aux Autochtones Canada. <https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1560363002018/1560363016109>.

BAC (2019). Options de gestion des coûts de propriétés résidentielles les plus à risque d'inondation au Canada : Un rapport du Groupe de travail national sur le risque financier d'inondation. Bureau d'assurance du Canada. <http://assets.abc.ca/Documents/Studies/IBC-Flood-Options-Paper-FR.pdf>.

Intact (2020). Prendre en compte les risques climatiques dans l'évaluation financière. Centre Intact d'adaptation au climat. <https://www.intactcentreclimateadaptation.ca/wp-content/uploads/2020/05/UoW-ICCA-GRI-Scotia-Report-French-v4.pdf>.

Kirchmeier-Young, M. C., F. W. Zwiers, N. P. Gillett *et al.* (2017). « Attributing extreme fire risk in Western Canada to human emissions », Climatic Change, no 144, p. 365-379. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2030-0>.

Maratta, A. S. (2019). « Only half of Quebec flood victims have received full compensation from the government », Global News, le 16 décembre 2019. <https://globalnews.ca/news/6300550/quebec-flood-victim-compensation/>.

MacEwan University. 2017. "Quantifying disaster: Economics profs report first findings in total cost of Fort McMurray wildfires." Retrieved from https://www.macewan.ca/wcm/MacEwanNews/STORY_FT_MAC_ECON_RESEARCH_2

Meckbach, G. (2018). « Where Canada sits with overland flood insurance », Canadian Underwriter, le 5 juin 2018. <https://www.canadianunderwriter.ca/insurance/canada-sits-overland-flood-insurance-1004132703/>.

Minano, A., D. Henstra et J. Thistlethwaite (2019). « Better Flood Maps Are Required to Protect Canadians and Their Property », CIGI Policy Brief, no 154, le 16 juillet 2019. <https://www.cigionline.org/publications/better-flood-maps-are-required-protect-canadians-and-their-property>.

Oduro, K. (2020). « Montreal calling on Quebec for funds to cover high cost of spring floods », Global News, le 9 janvier 2020. <https://globalnews.ca/news/6387714/montreal-quebec-funds-cost-spring-floods/>.

OCDE (2019). Fiscal Resilience to Natural Disasters: Lessons from Country Experiences. Organisation de coopération et de développement économiques. <http://www.oecd.org/fr/gov/fiscal-resilience-to-natural-disasters-27a4198a-en.htm>.

SPC (2020). Base de données canadienne sur les catastrophes. Sécurité publique Canada. <https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrscs/cndn-dsstr-dtbs/index-fr.aspx>.

SPC (2019). Rapport sur les résultats ministériels 2018-2019. Sécurité publique Canada. <https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/dprtmntl-rslts-rprt-2018-19/index-fr.aspx>.

- SPC (2017). Évaluation 2016-2017 des Accords d'aide financière en cas de catastrophe. Sécurité publique Canada. <https://www.securite-publique.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/Mtn-dsstr-fnncl-ssstnc-2016-17/index-fr.aspx>.
- Stone, A. (2020). « Insurers Struggle to Address Climate Risk », Forbes, le 20 janvier 2020. <https://www.forbes.com/sites/andystone/2020/01/30/climate-change-will-make-more-of-the-world-uninsurable/#67d34f6f655a>.
- Teufel, B., G. T. Diro, K. Whan, S. M. Milrad, *et al.* (2017). « Investigation of the 2013 Alberta Flood from Weather and Climate Perspectives », *Climate Dynamics*, vol. 48, no 9-10. <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3239-8>.
- Tett, S. F. B. *et al.* (2018). « Anthropogenic Forcings and Associated Changes in Fire Risk in Western North America and Australia During 2015/16 », *Bulletin of the American Meteorological Society*, janvier 2018. https://www.climatechange.org/sites/default/files/reports/climate_signals_tett_et_al_2018_bams.pdf.
- Tigue, K. (2019). « Climate Change Becomes an Issue for Ratings Agencies », *Inside Climate News*, le 5 août 2019. <https://insideclimate-news.org/news/04082019/climate-change-ratings-agencies-financial-risk-cities-companies>.

Indicateur 3 : Développement des technologies

- ACTia et Data Catalyst de MaRS (2019). Alberta Clean Technology Sector 2019. <https://actia.ca/ab-cleantech-sector-report-2019/>.
- Bataille, C. (2019). « Physical and policy pathways to net-zero emissions industry », *WIREs Climate Change*, vol. 11, no 2, e633. <https://doi.org/10.1002/wcc.633>.
- CTG (2020). 2020 Global Cleantech 100. Cleantech Group. <https://www.cleantech.com/release/top-private-companies-in-clean-technology-named/>.
- OPIC (2017). Inventions brevetées dans le domaine des technologies d'atténuation du changement climatique. Office de la propriété intellectuelle du Canada. https://www.ic.gc.ca/eic/site/cipointernet-internetopic.nsf/fra/h_wr04289.html.
- Conference Board (2020). Brevets (bilan sur l'innovation). Le Conference Board du Canada. <https://www.conferenceboard.ca/hcp/provincial-fr/innovation-fr/patents-fr.aspx>.
- Deloitte et ESSA Technologies (2016). International export markets: Canadian climate change adaptation goods and services. Préparé pour Ressources naturelles Canada. <https://essa.com/explore-essa/projects/the-global-need-for-climate-adaptation-goods-and-services/>
- Dzikij, P. (2019). « California replacing 200 polluting diesel school buses with all-electric buses », *Electrek*, le 17 juillet 2019. <https://electrek.co/2019/07/17/california-electric-school-buses/>.
- TSETP (2018). Rapport des Tables de stratégies économiques du Canada : Technologies propres. Table de stratégie économique sur les technologies propres. <https://www.ic.gc.ca/eic/site/098.nsf/fra/00023.html>.
- Fellows, G. K., V. Goodday, J. Winter (2019). A Review of Barriers to Full-Scale Deployment of Emissions-Reduction Technologies. Préparé pour Emissions Reduction Alberta.
- Filion, N. (2019). « Quebec invests \$20 million in Canada's pioneering electric car research hub », *Driving*, le 26 novembre 2019. <https://driving.ca/auto-news/news/quebec-invests-20-million-in-canadas-pioneering-electric-car-research-hub>.
- Hansen, E., F. Ludeke-Freund, X. Quan et J. West (2017). Beyond technology push vs. demand pull: The evolution of solar policy in the U.S., Germany and China. *IEEE*. p. 119-124. 10.1109/TEMSCON.2017.7998364.
- AIE (2019). Innovation Gaps: Key long-term technology challenges for research, development and demonstration. Agence internationale de l'énergie. <https://www.iea.org/reports/innovation-gaps>.
- JWN (2020). « New future for Alberta bitumen in advanced materials », *JWN Energy*. <https://www.jwnenergy.com/article/2020/1/new-future-alberta-bitumen-advanced-materials/>.
- Data Catalyst de MaRS (2019). Electrification Companies Across Canada: Results from the National Cleantech Survey 2017-2018. Préparé pour l'Institut canadien pour des choix climatiques.
- Neufeld, D. (2019). « 5 Renewable Energy Stocks on the TSX », *Cleantech Investing News*, le 12 novembre 2019. <https://investingnews.com/daily/tech-investing/cleantech-investing/renewable-energy-stocks-tsx/>.
- OCDE (2020). Brevets dans des technologies liées à l'environnement – Demandes de brevets selon la procédure du PCT par un inventeur canadien. Organisation de coopération et de développement économiques. <https://stats.oecd.org/index.aspx?lang=fr&SubSessionId=d-6692c5d-9efc-44e8-bea8-b6155f7350aa&themetreeid=19>.
- Sartor, O. et C. Bataille (2019). Décarboner les matériaux industriels de base en Europe : Porter les contrats de différence liés au carbone à échelle commerciale. Institut du développement durable et des relations internationales, Paris (France) (iddri.org/fr). <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/decarboner-les-materiaux-industriels-de-base-en-europe>.
- Statistique Canada (2020a). Tableau 36-10-0630-01 Compte des produits environnementaux et de technologies propres, produit intérieur brut. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3610063001&request_locale=fr.

Statistique Canada (2020b). Tableau 36-10-0627-01 Compte des produits environnementaux et de technologies propres, compte de production. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3610062701&request_locale=fr.

Statistique Canada (2020c). Tableau 36-10-0221-01 Produit intérieur brut, en termes de revenus, provinciaux et territoriaux, annuel. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3610022101&request_locale=fr.

Statistique Canada (2020d). Tableau 38-10-0031-01 Revenus tirés des exportations de biens et services environnementaux et des technologies propres, Canada et régions. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3810003101&request_locale=fr.

Statistique Canada (2019a). Tableau 27-10-0356-01 Innovations présentant des avantages environnementaux, par industrie et taille de l'entreprise. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2710035601&request_locale=fr.

Statistique Canada (2019b). Tableau 27-10-0149-01 Innovations de produits ou de procédés avec des avantages environnementaux, par industrie et taille de l'entreprise. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2710014901&request_locale=fr.

Taiga (2020). Motoneige. Taiga Motors. <https://taigamotors.ca/fr/motoneige/>.

Indicateur 4 : Adoption des technologies

REC (2020). Profils énergétiques des provinces et territoires – Canada. Régie de l'énergie du Canada. <https://www.cer-rec.gc.ca/nrg/nt-grtd/mrkt/nrgsstmpfrls/cda-fra.html>.

REC (2019). Aperçu du marché : Où se classe le Canada en termes d'économie de carburant? Régie de l'énergie du Canada. <https://www.cer-rec.gc.ca/nrg/ntgrtd/mrkt/snpsht/2019/07-05hwdsndrnk-fra.html>.

CTCN (2020). Technology Sectors – Adaptation. Centre et réseau des technologies climatiques. <https://www.ctc-n.org/technology-sectors>.

Dow, J. (2019). « Survey says consumers avoid electric cars due to three myths: range, price, charging », Electrek, le 20 août 2019. <https://electrek.co/2019/08/20/survey-consumers-avoid-evs-myths-range-price-charging/>.

ECCC (2020a). National Inventory Report 1990-2018: Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada Part 1 [Rapport d'inventaire national 1990-2018 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada]. Environnement et Changement climatique Canada. <https://unfccc.int/documents/224829>.

ECCC (2020b). Quatrième rapport biennal du Canada sur les changements climatiques. Environnement et Changement climatique Canada. <https://unfccc.int/fr/node/209928>.

ECCC (2020c). Canada. 2020 National Inventory Report. Environnement et Changement climatique Canada. <https://unfccc.int/fr/node/224829>.

ECCC (2019). Rapport d'inventaire national du Canada 2019. Environnement et Changement climatique Canada. <https://unfccc.int/fr/node/198577>.

ECCC (2016). Stratégie canadienne de développement à faible émission de gaz à effet de serre à long terme pour le milieu du siècle. Environnement et Changement climatique Canada. https://unfccc.int/files/focus/long-term_strategies/application/pdf/can_strategie_red.pdf.

AIE (2019). Total Primary Energy Supply by Source. Agence internationale de l'énergie. <https://www.iea.org/data-and-statistics>.

IRENA (2019). Falling Renewable Power Costs Open Door to Greater Climate Ambition. Agence internationale pour les énergies renouvelables. <https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2019/May/Falling-Renewable-Power-Costs-Open-Door-to-Greater-Climate-Ambition>.

RNCAN (2018). Facteurs ayant des répercussions sur le rendement du carburant – Temps froid. Ressources naturelles Canada. https://www.rncan.gc.ca/energie/efficacite/efficacite-energetique-pour-les-transport-et-carburants-de-remplacement/choisir-le-bon-vehicule/conseils-pour-lachat-dun-vehicule-ecoenergetique/facteurs-ayant-des-repercussions-9?_ga=2.231070614.841968810.1596639380-962782516.1596639380.

Rissman, J. *et al.* (2020). « Technologies and policies to decarbonize global industry: Review and assessment of mitigation drivers through 2070 », *Applied Energy*, vol. 266, le 15 mai 2020, 114848. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114848>.

SDSN et Iddri (2015). Pathways To Deep Decarbonization – 2015 Executive Summary. Initiative : Trajectoires de décarbonation profonde. Sustainable Development Solutions Network et Institut du développement durable et des relations internationales. http://deepdecarbonization.org/wp-content/uploads/2015/12/DDPP_EXESUM-1.pdf.

SaskPower (2020). Boundary Dam Carbon Capture Project. <https://www.saskpower.com/Our-Power-Future/Infrastructure-Projects/Carbon-Capture-and-Storage/Boundary-Dam-Carbon-Capture-Project>.

Shorthouse, P. (2019). How Precision Agriculture Can Revolutionize Canada's Agri-food Sector. The Delphi Group. <https://delphi.ca/2019/07/precision-agriculture-can-revolutionize-canadas-agri-food-sector/>.

Statistique Canada (2019a). Tableau 20-10-0021-01 Immatriculations des véhicules automobiles neufs. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2010002101&request_locale=fr.

Statistique Canada (2019b). Tableau 27-10-0367-01 Utilisation de technologies de pointe ou émergentes, par industrie et taille de l'entreprise. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2710036701&request_locale=fr.

Statistique Canada (2019c). Tableau 27-10-0369-01 Utilisation de technologies propres, par industrie et taille de l'entreprise. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2710036901&request_locale=fr.

Statistique Canada (2019d). Tableau 27-10-0368-01 Raisons de ne pas avoir adopté ou utilisé des technologies de pointe, selon l'industrie et la taille de l'entreprise. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2710036801&request_locale=fr.

Statistique Canada (2020). Tableau 32-10-0359-01 Estimation de la superficie, du rendement, de la production, du prix moyen à la ferme et de la valeur totale à la ferme des principales grandes cultures, en unités métriques et impériales. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3210035901&request_locale=fr.

DEEP Centre (2016). Accelerating Canada's Clean Growth Economy: Cleantech Adoption Strategies for a Low Carbon World. http://deep-centre.com/wordpress/wp-content/uploads/2016/11/DEEP_Centre_Clean_Growth_Economy.pdf.

WNA (2020). Nuclear Power in France. World Nuclear Association. <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.aspx>.

Indicateur 5 : Commerce résilient et sobre en carbone

Analytica Advisors (2017). 2017 Canadian Clean Technology Industry Report – Synopsis. <http://analytica-advisors.com/sites/default/files/2017%20Canadian%20Clean%20Technology%20Industry%20Report%20Synopsis%20FINAL.pdf>.

Brookings Institute (2019). Market-Based Clean Performance Standards as Building Blocks for Carbon Pricing. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2019/10/PP_Fischer_FINAL-1.pdf.

Anonyme (2011). « We have a winner: BC's carbon tax woos skeptics », *The Economist*, le 21 juillet 2011.

ECCC (2019). Quatrième rapport biennal du Canada sur les changements climatiques. Environnement et Changement climatique Canada. <https://unfccc.int/fr/node/209928>.

Elgie, S. et M. Brownlee (2017). Accelerating Clean Innovation in Canada. Institut pour l'IntelliProspérité. https://institut.intelliprosperite.ca/sites/default/files/acceleratingcleaninnovationincanada_0.pdf.

SFI (2018). IFC-Canada Climate Change Program. Société financière internationale. <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/e42ee4af-0d9b-479a-b323-bc1c58fe86d0/ifc-climate-change-program-canada-062018.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mtX0VE6>.

OCDE (2020). Indicateurs de croissance verte : Aide publique au développement. Organisation de coopération et de développement économiques. <https://stats.oecd.org>.

OCDE (2018). Aide publique au développement nette. Organisation de coopération et de développement économiques. <https://data.oecd.org/fr/oda/apd-nette.htm>.

OCDE (2017a). Green Growth Indicators 2017. Organisation de coopération et de développement économiques. https://read.oecd-ilibrary.org/environment/green-growth-indicators-2017_9789264268586-en#page120.

OCDE (2017b). The FASTER Principles for Successful Carbon Pricing: An approach based on initial experience. Organisation de coopération et de développement économiques. <https://www.oecd.org/environment/tools-evaluation/FASTER-carbon-pricing.pdf>.

OCDE (2013). Climate and carbon: Aligning prices and policies – OECD Environment Policy Paper. Organisation de coopération et de développement économiques, no 01. https://read.oecd-ilibrary.org/environment-and-sustainable-development/climate-and-carbon_5k3z1h1hg6r7-en#page1.

Oji, C. et O. Weber (2017). Advancing Sustainable Energy in Ontario: The Case of Regional Renewable Energy Cooperatives. Centre pour l'innovation dans la gouvernance internationale, no 133. <https://www.cigionline.org/sites/default/files/documents/Paper%20no.133web.pdf>.

Provenzano, M., J. Wang et I. Donegan (2019). Le commerce international des produits environnementaux et de technologies propres par origine et destination, 2007 à 2017. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/16-001-m/16-001-m2019001-fra.pdf?st=v3q04pJX>.

Alliance : Énergiser au-delà du charbon (2020). <https://poweringpastcoal.org/members/canada-FR?/profiles/canada-FR>.

Rohan, S. (2019). Advancing reconciliation in Canada: A guide for investors. Reconciliation & Responsible Investment Initiative. <https://share.ca/wp-content/uploads/2019/05/RRII-Guide-FINAL-2.pdf>.

Sawyer, D., K. Monahan et J. Peters (2019). Growing clean: Investment flows in low-carbon technology to 2030. Institut pour l'IntelliProspérité. <https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/report-growingclean.pdf>.

Statistique Canada (2020a). Compte économique des produits environnementaux et de technologies propres, 2018. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/200313/dq200313b-fra.htm>.

Statistique Canada (2020b). Tableau 36-10-0009-01 Bilan des investissements internationaux, investissements directs canadiens à l'étranger

et investissements directs étrangers au Canada, selon le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) et la région, annuel. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/cv.action?pid=3610000901&request_locale=fr.

Statistique Canada (2019). Les technologies propres et l'enquête sur les biens et services environnementaux : un guide de référence technique. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/16-511-x/16-511-x2019001-fra.pdf?st=TD4g4N-0>.

Banque mondiale (2017). Guide sur la taxation carbone : Un manuel pour les décideurs politiques – Annexe : Études de cas de taxes carbone <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/26300/129668appFR.pdf?sequence=11&isAllowed=y>.

Indicateur 6 : Infrastructures résilientes et sobres en carbone

RNCan (2020). Faits sur l'énergie renouvelable. Ressources naturelles Canada. https://www.rnca.gc.ca/science-donnees/donnees-analyse/donnees-analyse-energetiques/faits-saillants-sur-lenergie/faits-lenergie-renouvelable/20080?_ga=2.227286932.841968810.1596639380-962782516.1596639380.

Banque de l'infrastructure du Canada (2020). À propos. <https://cib-bic.ca/fr/a-propos/>.

Énergie propre Canada (2019). Building the Future: How smart public infrastructure decisions can cut pollution, save money, and support a clean economy. https://cleanenergycanada.org/wp-content/uploads/2019/02/Report_PublicInfrastructure_022019_FINAL.pdf.

FCM (2019). Guide pour l'intégration des considérations climatiques dans la gestion des actifs municipaux. Programme Municipalités pour l'innovation climatique. Fédération canadienne des municipalités. <https://fcm.ca/sites/default/files/documents/programs/mcip/guide-pour-integration-des-considerations-climatiques-dans-la-gestion-des-actifs-municipaux.pdf>.

Frappé-Sénéclauze, T.-P. et M. Kniewasser (2015). The path to “net-zero energy” buildings in BC: The case for action and the role of public policy. Pembina Institute. <https://pics.uvic.ca/sites/default/files/uploads/publications/Pembina%20net%20zero-for%20web.pdf>.

Commission mondiale sur l'économie et le climat (2015). Seizing the global opportunity: Partnerships for better growth and a better climate. <http://www.fao.org/3/a-az422e.pdf>.

Commission mondiale sur l'économie et le climat (2014). Une meilleure croissance, un meilleur climat : La nouvelle économie climatique – Rapport de synthèse. https://newclimateeconomy.report/2018/wp-content/uploads/sites/2/2015/10/Une-Meillure-Croissance-Un-Meillure-Climate-Rapport-de-Synthese_reduced-1.pdf.

Global Commission on Adaptation (2019). Adapt now: A global call for leadership on climate resilience. https://cdn.gca.org/assets/2019-09/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf.

Infrastructure Canada (2019). Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base. <https://www.infrastructure.gc.ca/plan/crbpci-irccipb-fra.html>.

Infrastructure Canada (2018). Annexe A – Priorités et critères généraux concernant les investissements. <https://www.infrastructure.gc.ca/CIB-BIC/annex-annexe-fra.html?pedisable=true>.

Oji, C. et O. Weber (2017). Advancing Sustainable Energy in Ontario: The Case of Regional Renewable Energy Cooperatives. Centre pour l'innovation dans la gouvernance internationale, no 133. <https://www.cigionline.org/sites/default/files/documents/Paper%20no.133web.pdf>.

NRDC (Natural Resources Defense Council), Coalition for Green Capital et Climate Finance Advisors (2016). Green & Resilience Banks: How the green investment bank model can play a role in scaling up climate finance in emerging markets. https://climatefinanceadvisors.com/wp-content/uploads/2016/11/GIB_FINAL2.pdf.

SASB (2018). Oil and gas: Exploration and production – Sustainability Accounting Standard. Secteur du traitement des matières extractibles et des minéraux. Sustainability Accounting Standards Board. https://www.sasb.org/wp-content/uploads/2018/11/Oil_Gas_Exploration_Production_Standard_2018.pdf.

Sawyer, D., K. Monahan et J. Peters (2019). Growing clean: Investment flows in low-carbon technology to 2030. Institut pour l'IntelliProsperité. <https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/report-growingclean.pdf>.

Statistique Canada (2020). Tableau 36-10-0608-01 Compte économique d'infrastructure, investissement et stock net par actif, par industrie et par fonction de l'actif. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/cv.action?pid=3610060801&request_locale=fr.

Statistique Canada (2019). Centre de statistiques sur l'infrastructure. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/71-607-x/2018013/ic2-fra.htm>.

GIFCC (2019). Task Force on Climate-related Financial Disclosures: Status Report [Groupe de travail sur l'information financière relative aux changements climatiques : Rapport d'étape]. <https://www.fsb-tcfd.org/wp-content/uploads/2019/06/2019-TCFD-Status-Report-FINAL-053119.pdf>.

Indicateur 7 : Emplois sobres en carbone

Anderson, D. (2020). « \$1.7B to clean up orphaned and abandoned wells could create thousands of jobs », CBC News, le 17 avril 2020. <https://www.cbc.ca/news/canada/calgary/federal-oil-and-gas-orphan-wells-program-1.5535943>.

- Baldwin, J. R., W. Gu, R. Macdonald et B. Yan (2015). Qu'est-ce que la productivité? Comment la mesure-t-on? Quelle a été la productivité du Canada pour la période de 1961 à 2012? Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/15-206-x/15-206-x2014038-fra.htm>.
- ICCC (2020). Tracer notre voie : Clarifier les choix de politiques climatiques du Canada dans son parcours vers 2050. Institut canadien pour des choix climatiques. <https://choixclimatiques.ca/reports/tracer-notre-voie/>.
- Conference Board (2019). Finding Focus: The Future of Work in Canada. Le Conference Board du Canada. <https://www.conferenceboard.ca/insights/blogs/finding-focus-the-future-of-work-in-canada>.
- ECCC (2020a). Inventaire officiel canadien des gaz à effet de serre. Environnement et Changement climatique Canada. <http://data.ec.gc.ca/data/substances/monitor/canada-s-official-greenhouse-gas-inventory/>.
- ECCC (2016). Stratégie canadienne de développement à faible émission de gaz à effet de serre à long terme pour le milieu du siècle. Environnement et Changement climatique Canada. https://unfccc.int/files/focus/long-term_strategies/application/pdf/can_strategie_red.pdf.
- ECCC (2019). Rapport sur le climat changeant du Canada. Environnement et Changement climatique Canada. <https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>.
- ECCC (2020). Quatrième rapport biennal du Canada sur les changements climatiques. Environnement et Changement climatique Canada. <https://unfccc.int/fr/node/209928>.
- EDC (2020). Les dix principaux risques mondiaux en 2020. Exportation et développement Canada. <https://www.edc.ca/fr/article/infographie-guide-dix-principaux-risques.html>.
- Efficiency One (2017). Annual Report shows the good things efficiency brings all Nova Scotians <https://www.efficiencyone.ca/news/>.
- GEFD (2019). Rapport final du Groupe d'experts sur la finance durable : Mobiliser la finance pour une croissance durable. Groupe d'experts sur la finance durable http://publications.gc.ca/collections/collection_2019/eccc/En4-350-2-2019-fra.pdf.
- EDSC (2017). Système de projection des professions au Canada (SPPC). Emploi et Développement social Canada. <http://occupations.esdc.gc.ca/sppc-cops/c.4nt.2nt@-fra.jsp?cid=68>.
- Cercle autochtone d'experts (2020). En route vers l'objectif 1 du Canada. Conseil canadien des parcs. <https://www.conservation2020canada.ca/ice>.
- Indigenous Clean Energy (2020). Indigenous Clean Energy Projects. <https://indigenouscleanenergy.com/ice-projects/>.
- Indigenous Climate Action (2020). An Indigenous-Led Climate Change Initiative. <https://www.indigenousclimateaction.com/>.
- OIT (2016). En quoi consiste un emploi vert? Organisation internationale du travail. https://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/news/WCMS_325251/lang--fr/index.htm.
- AANC (2016). Projet d'Okikendawt de la Première Nation de Dokis. Affaires autochtones et du Nord Canada (aujourd'hui Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada et Services aux Autochtones Canada). <https://www.aadnc-aandc.gc.ca/fra/145944922016/1459449341752?undefined>.
- Iron and Earth (2016). Workers' Climate Plan Report: A Blueprint for Sustainable Jobs and Energy. <https://www.workersclimateplan.ca/>.
- CTJ (2017). Just Transition: A Report for the OECD. Centre pour une transition juste, mai 2017. <https://www.oecd.org/environment/cc/g20-climate/collapsecontents/Just-Transition-Centre-report-just-transition.pdf>.
- Lundy, M. (2020). « Women, younger workers bear brunt of one million job losses in March », The Globe and Mail, le 9 avril 2020. <https://www.theglobeandmail.com/business/economy/article-canada-loses-record-1-million-jobs-as-coronavirus-fallout-slams/>.
- Moffat, M. (2019). Construction and Carbon: The Impact of Climate Policy on Building in Canada in 2025. Institut pour l'IntelliProspérité. <https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/constructionandcarbonreport.pdf>.
- NCE (2018). Unlocking the Inclusive Growth Story of the 21st century. New Climate Economy. <https://newclimateeconomy.report/2018/>.
- NSB (2020). Clean Technology. Nova Scotia Business Inc. <https://www.novascotiabusiness.com/do-business/clean-technology>.
- RNCAN (2015). Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatifs aux impacts et à l'adaptation. Ressources naturelles Canada. https://www.rncan.gc.ca/climate-change/impacts-adaptations/what-adaptation/vivre-avec-les-changements-climatiques-au-canada-perspectives-des-secteurs-relatifs-aux-impacts-et/16310?_ga=2.234682903.841968810.1596639380-962782516.1596639380.
- OCDE (2017). Green Growth Indicators 2017. Études de l'OCDE sur la croissance verte. Organisation de coopération et de développement économiques. Éditions OCDE, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264268586-en>.
- Reiger, S. (2020). « Oil prices take biggest plunge in decades, taking another bite out of reeling Alberta », CBC News, le 8 mars 2020. <https://www.cbc.ca/news/canada/calgary/oil-prices-1.5490535>.
- Statistique Canada (2020). Tableau 14-10-0104-01 Emploi selon le groupe autochtone et la profession. Statistique Canada. <https://www150>.

[statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1410010401&request_locale=fr](https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1410010401&request_locale=fr).

Statistique Canada (2020a). Tableau 14-10-0090-01 Caractéristiques de la population active selon la province, le territoire et la région économique, données annuelles. Statistique Canada https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1410009001&request_locale=fr.

Statistique Canada (2020b). Tableau 14-10-0202-01, Emploi selon l'industrie, données annuelles. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1410020201&request_locale=fr.

Statistique Canada (2020c). Tableau 36-10-0632-01 Compte des produits environnementaux et de technologies propres, emplois. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3610063201&request_locale=fr.

Statistique Canada (2020d). Tableau 14-10-0118-01 Caractéristiques de la population active selon le diplôme scolaire, données annuelles. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1410011801&request_locale=fr.

Statistique Canada (2019). Tableau 14-10-0359-01 Caractéristiques de la population active selon le groupe autochtone et le niveau de scolarité atteint. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1410035901&request_locale=fr.

StatCan (Registre des entreprises) (2017). Canadian Business Patterns, Dissemination Area (DA) Level [custom tabulation]. Statistique Canada. <https://doi.org/10.5683/SP/FLLHOV>, Scholars Portal Dataverse, V3.

Weikle, B. (2019). « Millennials are on a quest to find meaningful work – and they're willing to take less pay to get it », CBC News, le 30 mars 2019. <https://www.cbc.ca/news/business/millennials-meaningful-work-1.5075483>.

Winter, J. et M. C. Moore (2013). The "Green Jobs" Fantasy: Why the Economic and Environmental Reality Can Never Live Up to the Political Promise. École de politiques publiques, Université de Calgary, vol. 6, no 31, octobre 2013. <https://www.policyschool.ca/wp-content/uploads/2016/03/j-winter-green-jobs-final.pdf>.

Indicateur 8 : Énergie abordable

Boardman, B. (2010). Fixing fuel poverty: Challenges and solutions. <https://www.energypoverty.eu/publication/fixing-fuel-poverty-challenges-and-solutions>.

Boardman, B. (1991). Fuel Poverty: from Cold Homes to Affordable Warmth. Belhaven Press, Londres.

Borenstein, S. et L. Davis (2016). « The Distributional Effects of US Clean Energy Tax Credits », Tax Policy and the Economy, vol. 30, no 1. National Bureau of Economic Research, Presses de l'Université de Chicago.

REC (2017a). Aperçu du marché : Augmentation des prix de l'électricité au Canada généralement plus forte que le taux d'inflation mais les tendances varient selon la province. Régie de l'énergie du Canada. <https://www.cer-rec.gc.ca/nrg/ntgrtd/mrkt/snpsht/2017/05-03cndn-lctrctprcs-fra.html>.

REC (2017b). Aperçu du marché : Précarité thermique au Canada – efficacité énergétique moindre dans les ménages à plus faible revenu. Régie de l'énergie du Canada. <https://www.cer-rec.gc.ca/nrg/ntgrtd/mrkt/snpsht/2017/08-05flpvt-fra.html>.

Commission de l'écofiscalité du Canada (2016). Corriger le tir : L'heure est venue de repenser les politiques canadiennes sur les biocarburants. <https://ecofiscal.ca/wp-content/uploads/2016/10/Commission-Ecofiscalite-Corriger-le-tir-Biocarburants-Rapport-octobre-2016.pdf>.

Commission de l'écofiscalité du Canada (2015). La voie à suivre : Pour une approche concrète de réduction des émissions de gaz à effet de serre au Canada. <https://ecofiscal.ca/wp-content/uploads/2015/04/Commission-de-lecofiscalite-Rapport-La-voie-a-suivre-avril-2015.pdf>.

Centre canadien de politiques alternatives (2013). Indigenous children face deplorable poverty. <https://www.policyalternatives.ca/newsroom/updates/indigenous-children-face-deplorable-poverty>.

CUSP (2019). Les multiples aspects de la pauvreté énergétique au Canada. Canadian Urban Sustainability Practitioners. https://energy-poverty.ca/index_FR.html.

Ville de Calgary (2019). Calgary Transit Low Income Transit Pass Program. <https://pub-calgary.escribemeetings.com/filestream.ashx?DocumentId=96496>.

Doluweera, G., A. Vypovska, A. Datta et S. Iwuoha (2018). Impacts of Carbon Management Policies on Canadian Electricity Prices. Canadian Energy Research Institute. https://ceri.ca/assets/files/Study_171_Full_Report.pdf.

ECCC (2020). Inventaire officiel canadien des gaz à effet de serre. Environnement et Changement climatique Canada. <http://data.ec.gc.ca/data/substances/monitor/canada-s-official-greenhouse-gas-inventory/>.

Neuman, K. (2018). Canadians' confidence in national institutions steady. Options politiques. <https://policyoptions.irpp.org/fr/magazines/august-2018/canadians-confidence-in-national-institutions-steady/>.

OCDE (2018). Inégalité de revenu. Organisation de coopération et de développement économiques. <https://data.oecd.org/fr/inequality/inegalite-de-revenu.htm>.

Popp, D. (2016). A blueprint for going green: The best policy mix for promoting low-emission technology. Institut C.D. Howe. <https://www>.

cdhowe.org/sites/default/files/attachments/research_papers/mixed/e-brief_242.pdf.

Robinson, M. (2019). « B.C.'s electric vehicle incentives still favour wealthier homeowners », Vancouver Sun, le 26 juin 2019. <https://vancouver.sun.com/news/local-news/b-c-s-electric-vehicle-incentives-still-favour-wealthier-homeowners/>.

Statistique Canada (2020a). Correspondance privée avec Statistique Canada, le 2 juin 2020.

Statistique Canada (2020b). Dépenses des ménages selon le quintile de revenu du ménage, Canada, régions et provinces. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1110022301&request_locale=fr.

Stone, C. (2015). Designing Rebates to Protect Low-Income Households under a Carbon Tax. https://media.rff.org/archive/files/document/file/RFF-Resources-190_CarbonTaxRebates_0.pdf.

Vallier, K. (2019). Social and political trust. https://www.niskanencenter.org/wp-content/uploads/old_uploads/2019/05/Vallier-Social-and-Political-Trust-Niskanen.pdf.

Winter, J., B. Dolter et G. K. Fellows (2019). Carbon Pricing Costs for Households and Revenue Recycling Options in Canada. https://jenniferwinter.github.io/website/Winter_Dolter_FellowsSept2019.pdf.

Indicateur 9 : Résilience inclusive

Beedie, N., D. Macdonald et D. Wilson (2019). Towards justice: Tackling Indigenous child poverty in Canada. https://www.afn.ca/wp-content/uploads/2019/07/Upstream_report_final_English_June-24-2019.pdf.

Cameron, E. (2012). « Securing Indigenous politics: A critique of the vulnerability and adaptation approach to the human dimensions of climate change in the Canadian Arctic », *Global Environmental Change*, vol. 22, no 1, p. 103-114.

Conseil des académies canadiennes (2019). Les principaux risques des changements climatiques pour le Canada : Comité d'experts sur les risques posés par les changements climatiques et les possibilités d'adaptation. <https://rapports-cac.ca/wp-content/uploads/2019/07/Rapport-Les-principaux-risques-des-changements-climatiques-pour-le-Canada.pdf>.

Cardona, O. D., M. K. van Aalst, J. Birkmann, M. Fordham, G. McGregor, R. Perez, R. S. Pulwarty, E. L. F. Schipper et B. T. Sinh (2012). « Determinants of risk: exposure and vulnerability », *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G.-K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor et P. M. Midgley (éd.). Rapport spécial des groupes de travail I et II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York (New York, É.U.), p. 65-108.

Chakraborty, L., H. Rus, D. Henstra, J. Thistlethwaite, D. Scott (2020). « A place-based socioeconomic status index: Measuring social vulnerability to flood hazards in the context of environmental justice », *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 43, février 2020.

ECCC (2019). Le Canada dans un climat en changement. Environnement et Changement climatique Canada. <https://changingclimate.ca/fr/>.

EDSC (2016). Document d'information sur la pauvreté au Canada. Emploi et Développement social Canada. <https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/programmes/reduction-pauvrete/document-information.html>.

Haalboom, B. et D. Natcher (2012). « The power and peril of "vulnerability": Approaching community labels with caution in climate change research », *Arctic*, vol. 65, no 3, p. 319-327.

Hallegatte, S., A. Vogt-Schilb, J. Rozenberg, M. Bangalore et C. Beaudet (2020). « From Poverty to Disaster and Back: a Review of the Literature », *Economics of Disasters and Climate Change*, p. 1-25.

Santé Canada (2020). Réduire les îlots de chaleur urbains pour protéger la santé au Canada : Introduction pour les professionnels de la santé publique. <https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/services/health/publications/healthy-living/reducing-urban-heat-islands-protect-health-canada/Reducing-Urban-Heat-FR.pdf>.

Heisz, A., G. Notten et J. Situ (2016). Regards sur la société canadienne : Le lien entre les compétences et le faible revenu. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/75-006-x/2016001/article/14322-fra.htm>.

GIEC (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Glossaire, p. 869-883. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linder et C. E. Hanson (éd.). Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni.

Johnston, N. et A. Sharpe (2019). An infrastructure index for remote indigenous communities. Centre d'étude des niveaux de vie. <http://www.csls.ca/reports/csls2019-04.pdf>.

C.-B. (2019). Preliminary Strategic Climate Risk Assessment for British Columbia. Rapport préparé pour le gouvernement de la Colombie-Britannique, Victoria. <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/climate-change/adaptation/risk-assessment>.

Lavell, A., M. Oppenheimer, C. Diop, J. Hess, R. Lempert, J. Li, R. Muir-Wood et S. Myeong (2012). Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. [Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G.-K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor et P.

M. Midgley (éd.)). Rapport spécial des groupes de travail I et II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York (New York, É.U.), p. 25-64.

Manangan, A., C. Uejio, S. Sahal, P. Schramm, G. Marinucci, C. Langford-Brown, J. Hess et G. Luber (2014). Assessing Health Vulnerability to Climate Change: A Guide for Health Departments. National Center for Environmental Health. <https://www.cdc.gov/climateandhealth/pubs/assessinghealthvulnerabilitytoclimatechange.pdf>.

Minano, A., D. Henstra et J. Thistlethwaite (2019). « Better Flood Maps Are Required to Protect Canadians and Their Property », CIGI Policy Brief, no 154, le 16 juillet 2019. <https://www.cigionline.org/publications/better-flood-maps-are-required-protect-canadians-and-their-property>.

Oved, M. C. (2019). « Life and death under the dome », The Star, le 23 mai 2019. <https://projects.thestar.com/climate-change-canada/quebec/>.

Statistique Canada (2020). Tableau 11-10-0135-01 Statistiques du faible revenu selon l'âge, le sexe et le type de famille économique. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1110013501&request_locale=fr.

Statistique Canada (2019a). Enquête canadienne sur le revenu, 2017. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/190226/dq190226b-fra.htm>.

Statistique Canada (2019b). L'Indice canadien de défavorisation multiple : Guide de l'utilisateur. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/45-20-0001/452000012019002-fra.htm>.

Statistique Canada (2019c). Inondations printanières dans certaines collectivités du Canada : Facteurs ayant une incidence sur la capacité d'intervenir en cas de catastrophe naturelle, 2019. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/190614/dq190614a-fra.htm>.

USGCRP (2016). The impacts of climate change on human health in the United States. United States Global Change Research Program. https://s3.amazonaws.com/climatehealth2016/low/ClimateHealth2016_FullReport_small.pdf.

Thistlethwaite, J., A. Minano, D. Henstra et D. Scott (2020). Indigenous reserve lands in Canada face high flood risk. Centre pour l'innovation dans la gouvernance internationale. CIGI Policy Brief, no 159. <https://www.cigionline.org/sites/default/files/documents/PB%20no.159.pdf>.

Thomas, D., T. Mitchell et C. Arseneau (2015). « Re-evaluating resilience: from individual vulnerabilities to the strength of cultures and collectivities among indigenous communities », International Policies, Practices and Discourses, vol. 4, no 2, p. 116-129.

Indicateur 10 : Air propre

Almaraz, M., E. Bai, C. Wang, J. Trousdell, S. Conley, I. Faloona et B. Houlton (2018). « Agriculture is a major source of NOx pollution in California », Science Advances, le 31 janvier 2018, vol. 4, no 1. <https://advances.sciencemag.org/content/4/1/eaao3477>.

Badshah, H., F. Posada et R. Muncrief (2019). Current state of NOx emissions from in-use heavy-duty diesel vehicles in the United States. The International Council on Clean Transportation. https://theicct.org/sites/default/files/publications/NOx_Emissions_In_Use_HDV_US_20191125.pdf.

Bové, H., E. Bongaerts, E. Slenders, E. Bijmens, N. Saenen, W. Gyselaers, P. Van Eyken, M. Plusquin, M. Roeffaers, M. Ameloot et T. Nawrot (2019). « Ambient black carbon particles reach the fetal side of human placenta », Nature Communications, vol. 10, article no 3866.

Brauer, M., C. Reynolds et P. Hystad (2013). « Traffic-related air pollution and health in Canada », Canadian Medical Association Journal, vol. 185, no 18.

C2ES (2020). Short-lived climate pollutants. Center for Climate and Energy Solutions <https://www.c2es.org/content/short-lived-climate-pollutants/>.

CCME (2017). L'air au Canada. Conseil canadien des ministres de l'environnement. <http://airquality-qualitedelair.ccme.ca/fr/>.

Chen, H., J. Kwong, R. Copes, K. Tu, P. Villeneuve, A. van Donkelaar, P. Hystad, R. Martin, B. Murray, B. Jessiman, A. Wilton, A. Kopp et R. Burnett (2017). « Living near major roads and the incidence of dementia, Parkinson's disease, and multiple sclerosis: A population-based cohort study », The Lancet, no 389.

RCAANC (2012). Collectivités hors réseau. Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada <https://www.aadnc-aandc.gc.ca/fr/a/1314295992771/1314296121126>.

de Prado Bert, P., E. Henderson Mercader, J. Pujol, J. Sunyer et M. Mortamais. (2018). « The effects of air pollution on the brain: A review of studies interfacing environmental epidemiology and neuroimaging », Current Environmental Health Reports, vol. 5, no 3, p. 351-364.

ECCC (2020a). Rapport d'inventaire des émissions de polluants atmosphériques du Canada 2020. Environnement et Changement climatique Canada. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/pollution-atmospherique/publications/rapport-inventaire-emissions-2020.html>.

ECCC (2020b). Émissions de polluants atmosphériques. Environnement et Changement climatique Canada. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/emissions-polluants-atmospheriques.html>.

- ECCC (2019a). Inventaire des émissions de polluants atmosphériques. Environnement et Changement climatique Canada. <https://pollution-waste.canada.ca/air-emission-inventory/?GoCTemplateCulture=fr-CA>.
- ECCC (2019b). Rapport d'inventaire national du Canada 2019. Environnement et Changement climatique Canada. <https://unfccc.int/documents/198577>.
- ECCC (2019c). Inventaire des émissions de carbone noir 2019. <https://www.canada.ca/fr/environnement-climate-change/services/air-pollution/publications/black-carbon-inventory-emissions-2019.html>.
- ECCC (2018a). Programme du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique. Environnement et Changement climatique Canada. <http://data.ec.gc.ca/data/air/monitor/national-air-pollution-surveillance-naps-program/Data-Donnees/?lang=fr>.
- ECCC (2018b). Document d'information technique : Règlements fédéraux visant le secteur de l'électricité. Environnement et Changement climatique Canada. <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/action-pour-climat/alimenter-avenir-energie-propre/document-infomation-reglements-2018.html>.
- ECCC (2017). Accord sur la qualité de l'air Canada-États-Unis : Rapport d'étape 2016. Commission mixte internationale. Environnement et Changement climatique Canada <https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/canada-us-aqa-report/canada-us-aqa-report-2016-fr.pdf>.
- ECCC (2016). Comparaison à l'échelle internationale de la qualité de l'air en milieu urbain. Environnement et Changement climatique Canada. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/comparaison-echelle-internationale-qualite-air-urbain.html>.
- Evans G. J., C. Audette, K. Badali, V. Celio, E. Dabek-Zlotorszynka, J. Debosz, L. Ding, G. N. Doerksen, R. M. Healy, D. Henderson, D. Herod, N. Hilker, C.-H. Jeong, D. Johnson, K. Jones, A. Munoz, M. Noble, K. Reid, C. Schiller, U. Sofowote, Y. Su, J. Wang et L. White (2019). Near-Road Air Pollution Pilot Study: Final Report. Southern Ontario Centre for Atmospheric Aerosol Research, Université de Toronto.
- Fu, P., X. Guo, F. Man Ho Cheung, K. Lam Yung (2019). « The association between PM_{2.5} exposure and neurological disorders: A systematic review and meta-analysis », *Science of the Total Environment*, no 655, p. 1240-1248.
- Gouvernement de l'Ontario (2018). La fin du charbon. Environnement et énergie. <https://www.ontario.ca/fr/page/la-fin-du-charbon>.
- Santé Canada (2019). Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada : estimation de la morbidité et des décès prématurés, rapport 2019.
- Santé Canada (2017). Health impacts of air pollution in Canada: An estimate of premature mortalities.
- Heissel, J., C. Persico et D. Simon (2019). Does pollution drive achievement? The effect of traffic pollution on academic performance. National Bureau of Economic Research. Document de travail 25489.
- IIDD (2017). Costs of pollution in Canada: Measuring the impacts on families, businesses, and governments. Institut international du développement durable.
- Kodjak, D. (2015). Policies to reduce fuel consumption, air pollution, and carbon emissions from vehicles in G20 nations. International Council on Clean Transportation. https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_G20-briefing-paper_Jun2015_updated.pdf.
- Koornneef, J., T. Van Harmelen, A. Van Horssen et A. Ramirez (2011). « Carbon Dioxide Capture and Air Quality », Nicolas Mazzeo (éd.) dans *Chemistry, Emission Control, Radioactive Pollution and Indoor Air Quality*.
- Krusch, E. (2017). Green vehicles. *Respiratory Health Association*. <https://resphealth.org/news/library/green-vehicles/>.
- Kurvits, T. et T. Marta (1998). « Agricultural NH₃ and NO_x emissions in Canada », *Environmental Pollution*, vol. 102, no 1, p. 187-194.
- Lancet Countdown et Association canadienne de santé publique (2017). Lancet Countdown 2017 Report: Briefing for Canadian Policy-makers. https://www.cpha.ca/sites/default/files/uploads/advocacy/2017_lancet_canada_brief.pdf.
- Landrigan, P., R. Fuller, N. Acosta, O. Adeyi, R. Arnold, N. Basu, A. Bibi Baldé, R. Bertollini, S. Bose-O'Reilly, J. Ivey Boufford, P. Breysse, T. Chiles, C. Mahidol, A. Coll-Seck, M. Cropper, J. Fobil, V. Fuster, M. Greenstone, A. Haines, D. Hanrahan, D. Hunter, M. Khare, A. Krupnick, B. Lanphear, B. Lohani, K. Martin, K. Mathiasen, M. McTeer, C. Murray, J. Ndahimananjara, F. Perera, J. Potočnik, A. Preker, J. Ramesh, J. Rockström, C. Salinas, L. Samson, K. Sandilya, P. Sly, K. Smith, A. Steiner, R. Stewart, W. Suk, O. van Schayck, G. Yadama, K. Yumkella et M. Zhong (2017). *The Lancet Commission on pollution and health*, vol. 391.
- Éditorial (2018). « Air pollution and brain health: An emerging issue », *The Lancet Neurology*, vol. 17, no 2, p. 103.
- MacDonald, E. (2019). Return to chemical valley, 2019: Ten years after Ecojustice's report on one of Canada's most polluted communities. Ecojustice Canada. https://www.ecojustice.ca/wp-content/uploads/2019/06/Return-to-Chemical-Valley_FINAL.pdf.
- Masino C., E. Rubinstein, L. Lem, B. Purdy et P. G. Rossos (2010). « The impact of telemedicine on greenhouse gas emissions at an academic health science center in Canada », *Telemedicine journal and e-health*, vol. 16, no 9, p. 973-976. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20958198/>.

Metro Vancouver (2019). Caring for the Air 2019. <http://www.metrovancouver.org/services/air-quality/AirQualityPublications/Caring-fortheAir2019.pdf>.

OCDE (2014). Le coût de la pollution de l'air. Organisation de coopération et de développement économiques. https://www.oecd-ilibrary.org/fr/environment/le-cout-de-la-pollution-de-l-air_9789264220522-fr.

Payne, D., M. Marty, F. Perera, M. Miller, M. Swanson, K. Ellickson, D. Cory-Slechta, B. Ritz, J. Balmes, L. Anderko, E. Talbott, R. Gould et I. Hertz-Picciotto (2018). « Healthy air, healthy brains: Advancing air pollution policy to protect children's health », *American Journal of Public Health*, vol. 109, no 4, p. 550-554.

Pembina Institute (2016). Out with the coal, in with the new: National benefits of an accelerated phase-out of coal-fired power. <https://www.pembina.org/reports/out-with-the-coal-in-with-the-new.pdf>.

Reid, C. E., M. Brauer, F. H. Johnston, M. Jerrett, J. R. Balmes et C. T. Elliot (2016). « Critical Review of Health Impacts of Wildfire Smoke Exposure », *Environmental Health Perspectives*, vol. 124, no 9, p. 1334-1343. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27082891>.

Sunyer, J., M. Esnaola, M. Alvarez-Pedrerol, J. Forn, I. Rivas, M. López-Vicente, E. Suades-González, M. Foraster, R. Garcia-Esteban, X. Basagaña, M. Viana, M. Cirach, T. Moreno, A. Alastuey, N. Sebastian-Galles, M. Nieuwenhuijsen et X. Querol (2015). « Association between traffic-related air pollution in schools and cognitive development in primary school children: A prospective cohort study », *PLoS Medicine*, vol. 12, no 3.

Statistique Canada (2020). Tableau 36-10-0222-01 Produit intérieur brut, en termes de dépenses, provinciaux et territoriaux, annuel. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tb11/fr/tv.action?pid=3610022201&request_locale=fr.

Statistique Canada (2019). Estimations de la population du Canada : régions infraprovinciales. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/190328/dq190328b-fra.htm>.

Wang, J., C.-H. Jeong, N. Hilker, K. Shairsingh, R. Healy, U. Sofowote, J. Debosz, Y. Su, M. McGaughey, G. Doerksen, T. Munoz, L. White, D. Herod et G. Evans (2018). « Near-Road Air Pollutant Measurements: Accounting for Inter-Site Variability Using Emission Factors », *Environmental Science and Technology*, vol. 52, no 16, p. 9495-9504.

Wu, X., R. Nethery, B. Sabath, D. Braun et F. Dominici (2020). Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States. Université Harvard. <https://projects.iq.harvard.edu/covid-pm>.

Indicateur 11 : Écosystèmes florissants

BBC (2014). « How salmon help keep a huge rainforest thriving », *BBC Future*. <https://www.bbc.com/future/article/20140218-salmon-fertilising-the-forests>.

ICCC (2020). Tracer notre voie : Clarifier les choix de politiques climatiques du Canada dans son parcours vers 2050. Institut canadien pour des choix climatiques. <https://choixclimatiques.ca/reports/tracer-notre-voie/>.

ECCC (2020). Rapport d'inventaire national 1990-2017 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada, partie 1. Gatineau, Québec. http://publications.gc.ca/collections/collection_2019/eccc/En81-4-2017-1-fra.pdf.

ECCC (2019). Rapport d'inventaire national 1990-2017 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada, partie 2. Gatineau, Québec. http://publications.gc.ca/collections/collection_2019/eccc/En81-4-2017-2-fra.pdf.

ECCC (2016). Indicateur sur l'étendue des milieux humides au Canada : sources des données et méthodes. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/publications/etendue-milieux-humides-donnees-methodes.html>.

Gamble, J. (2017). « What's at stake in Ontario's Ring of Fire », *Canadian Geographic*, le 24 août 2017. <https://www.canadiangeographic.ca/article/whats-stake-ontarios-ring-fire>.

C.-B. (2020). Industrial Burning. Gouvernement de la Colombie-Britannique. <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/air-land-water/air/air-pollution/smoke-burning/industrial>.

Hamrick K. et M. Gallant (2018). Voluntary Carbon Markets Outlooks and Trends January to March 2018. Ecosystem Marketplace, Forest Trends. <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2018/08/Q12018VoluntaryCarbon.pdf>.

ICABCCI (Integrated Climate Action for BC Communities Initiative) (2020). Accounting for Natural Assets: A Low Carbon Resilience Approach. Adaptation to Climate Change (ACT) Team, Université Simon Fraser. <https://act-adapt.org/reports/accounting-for-natural-assets-a-low-carbon-resilience-approach/>.

Johnston, M. (2017). Wetlands and Carbon – Filling the knowledge gap. Saskatchewan Research Council. <https://www.src.sk.ca/blog/milieu-humide-and-carbon-filling-knowledge-gap>.

Mahdianpari M., B. Salehi, F. Mohammadimanesh, B. Brisco, S. Homayouni, E. Gill, E. R. DeLancey et L. Bourgeau-Chavez (2020). « Méga-données pour un grand pays : La première carte d'inventaire des zones humides du Canada à une résolution de 10 m à l'aide des données Sentinel-1 et Sentinel-2 sur la plate-forme informatique en nuage de Google Earth Engine™ », *Journal canadien de télédétection*.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07038992.2019.1711366>.

Michelle M., M. Kocian et D. Batker (2012). Valuing the Aquatic Benefits of British Columbia's Lower Mainland: Nearshore natural capital valuation. Fondation David Suzuki et Earth Economics. <https://davidsuzuki.org/science-learning-centre-article/nearshore-natural-capital-valuation-valuing-aquatic-benefits-british-columbias-lower-mainland/>.

Monahan, K., B. Filewod, J. McNally et S. Khalaj. (2020). Nature-Based Solutions: Policy Options for Climate and Biodiversity. Institut pour l'IntelliProsperité. <https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/nbsreport.pdf>.

Murphy, G. E. P., M. C. Wong et H. K. Lotze (2019). « A human impact metric for coastal ecosystems with application to seagrass beds in Atlantic Canada », *Facets*. <https://doi.org/10.1139/facets-2018-0044>.

RNCan (2020). Indicateur : Boisement et déboisement. Ressources naturelles Canada. https://www.rncan.gc.ca/nos-ressources-naturelles/forets-foresterie/letat-des-forets-au-canada-rappo/quelle-superficie-la-foret-couvr/indicateur-boisement-deboisement/16547?_ga=2.190023787.1569334369.1597073280-962782516.1596639380.

RNCan (2018). Données statistiques. Ressources naturelles Canada. https://scf.rncan.gc.ca/profilstats/inventaire/maritime/medupacifique?lang=fr_CA.

OCDE (2017). Examens environnementaux de l'OCDE : Canada 2017. Organisation de coopération et de développement économiques. Éditions OCDE, Paris. https://www.oecd-ilibrary.org/fr/environment/examens-environnementaux-de-l-ocde-canada-2017_9789264283244-fr.

Pattison-Williamsa, J. K., J. W. Pomeroyb, P. Badiouc et S. Gabor (2018). « Wetlands, Flood Control and Ecosystem Services in the Smith Creek Drainage Basin: A Case Study in Saskatchewan, Canada », *Ecological Economics*, vol. 147. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800917309084?via%3Dihub>.

Price D. T., R. I. Alfaro, K. J. Brown, M. D. Flannigan, R. A. Fleming, E. H. Hogg, M. P. Girardin, T. Lakusta, M. Johnston, D. W. McKenney, J. H. Pedlar, T. Stratton, R. N. Sturrock, I. D. Thompson, J. A. Trofymow et L. A. Venier (2013). « Anticipating the consequences of climate change for Canada's boreal forest ecosystems », *Dossiers environnement*, Canadian Science Publishing (anciennement NRC Research Press), Ottawa (Ontario), vol. 21, no 4.

Simard, C., C. L'Ecuyer-Sauvageau, J.-F. Bissonnette et J. Dupras (2019). « Le rôle des infrastructures naturelles pour la gestion des eaux de ruissellement et des crues dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques », *Le Naturaliste canadien*, vol. 143, no 1. <https://www.erudit.org/fr/revues/natcan/2019-v143-n1-natcan04133/1054114ar/>.

StatCan (2018). L'activité humaine et l'environnement : les forêts du Canada. Statistique Canada. https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/16-201-x/16-201-x2018001-fra.pdf?st=F_4TcNPX.

Ogle S. M., G. Domke, W. A. Kurz, M. T. Rocha, T. Huffman, A. Swan, J. E. Smith, C. Woodall et T. Krug (2018). « Delineating managed land for reporting national greenhouse gas emissions and removals to the United Nations framework convention on climate change », *Carbon Balance and Management*, article no 9. <https://cbmjournals.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13021-018-0095-3>.

Jeong S. J., A. Anthony Bloom, D. Schimel, C. Sweeney, N. C. Parazoo, D. Medvigy, G. Schaepman-Strub, C. Zheng, C. R. Schwalm, D. N. Huntzinger, A. M. Michalak et C. E. Miller (2018). « Accelerating rates of Arctic carbon cycling revealed by long-term atmospheric CO₂ measurements », *Science Advances*, vol. 4, no 7.

PNUE (2019). Peatlands store twice as much carbon as all the world's forests. <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/peatlands-store-twice-much-carbon-all-worlds-forests>.

Banque mondiale (2020). Earth Observation for Sustainable Development: Satellite based Services for Water Management. <https://olc.worldbank.org/content/earth-observation-sustainable-development-satellite-based-services-water-management>

REMERCIEMENTS

AUTEURS DU PERSONNEL

Rachel Samson, Directrice Croissance propre, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Jonathan Arnold, Associé de recherche principal, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Dale Beugin, Vice-président Recherche, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Weseem Ahmed, Associé de recherche, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Julien Bourque, Associé de recherche, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

MEMBRES DU COMITÉ SUR LA CROISSANCE PROPRE

Stewart Elgie (président), Professeur de droit et d'économie à l'Université d'Ottawa

Catherine Beaudry, Chaire de recherche du Canada en création, développement et commercialisation de l'innovation à Polytechnique Montréal

Don Drummond, boursier Stauffer-Dunning en politique publique internationale et professeur associé à la School of Policy Studies de l'Université Queen's

Carolyn Fischer, Titulaire de la Chaire de recherche de l'Université d'Ottawa en économie, innovation et politiques climatiques

Sara Hastings-Simon, Associée de recherche principal, Payne Institute for Public Policy, Colorado School of Mines

Jane Kearns, Vice-Présidente des services de croissance chez MaRS Discovery District

Richard Lipsey, Professeur émérite à l'Université Simon Fraser

James Meadowcroft, Professeur de science politique et politiques publiques de l'Université Carleton

Mike Moffatt, Directeur principal des politiques et de l'innovation à l'Institut pour l'IntelliProsperité

Helen Mountford, Vice-présidente, Climat et Économie, du World Resources Institute

Peter Phillips, Professeur émérite de politique publique et le directeur fondateur du Johnson-Shoyama Centre for the Study of Science and Innovation Policy de l'Université de la Saskatchewan

AVIS D'EXPERTS

Nous remercions les personnes et organisations suivantes pour leur avis d'expert dans la révision de ce document:

PERSONNEL DE L'INSTITUT:

Ryan Ness, Directeur, Adaptation, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Dylan Clark, Associé de recherche principal, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Jason Dion, Directeur Atténuation, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Jeremy Moorhouse, Associé de recherche principal, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Maria Shallard, Conseiller principal, engagement et recherche autochtones, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Rebecca World, Directeur de l'engagement, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

CONSEILLERS:

Bob Laroque (L'Association des produits forestiers du Canada)

Scott Skinner (Clean Foundation)

John Zhou (Alberta Innovates)

MEMBRES DU COMITÉ D'ATTÉNUATION:

Catherine Potvin, titulaire de la chaire de recherche du Canada sur l'atténuation des changements climatiques et la forêt tropicale à l'Université McGill

Jennifer Winter est professeure adjointe au Département d'économie et directrice scientifique de la Division de la recherche sur les politiques énergétiques et environnementales à l'Université de Calgary

MEMBRES DU COMITÉ SUR L'ADAPTATION:

Jimena Eyzaguirre, directrice de l'équipe internationale et spécialiste principale de l'adaptation aux changements climatiques chez ESSA Technologies Ltd.

Deborah Harford, directrice exécutive de l'Équipe d'adaptation aux changements climatiques (ACT) à la Faculté de l'environnement de l'Université Simon Fraser

Glen Hodgson, économiste, consultant financier, attaché supérieur de recherches à l'Institut C.D. Howe et membre du Forum des politiques publiques

EXTERNAL EXPERTS:

Nous tenons à remercier les individus et organisations suivantes pour leur conseils précieux:

Colin Welburn, Partenaire, Welburn Consulting

Brendan Haley, Directeur des politiques, Efficacité énergétique Canada

Keith Neuman, Associé de recherche principal, Environics Institute

Daniel Rubenstein, Directeur des politiques et de la recherche, Fédération canadienne des municipalités

Anders Rasmusson, Responsable politique et recherche, Fédération canadienne des municipalités

Robin Edger, Directeur général & CEO, Association canadienne des médecins pour l'environnement

Robert Savage, Directeur Exécutif Planification et Performance, Emissions Reductions Alberta

Werner Kurz, Chercheur scientifique principal, Pacific Forestry Centre

Dr. Tom Green, Analyste des politiques de solutions climatiques, Fondation David Suzuki

Liton Chakraborty, Doctorant, University of Waterloo

Andrea Visser, Directeur des opérations et de l'administration, Iron and Earth

Melissa Felder, MaRS Data Catalyst

John Dillion, Vice-président principal des politiques, Conseil canadien des affaires

Ronnie Drever, Écologiste forestier, Nature United

Statistique Canada, Gouvernement du Canada

Infrastructure Canada, gouvernement du Canada

Environnement et changement climatique Canada, Gouvernement du Canada

Innovation, science et développement économique, Gouvernement du Canada

Sécurité publique du Canada, Gouvernement du Canada

Gouvernement du Yukon

Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest

Gouvernement du Nunavut

Gouvernement de la Nouvelle-Écosse

Fédération canadienne des municipalités

COMMUNICATIONS ET ENGAGEMENT

Catharine Tunnacliffe, Directrice, Communications, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Julia Kilpatrick, Vice-présidente, Communications et Engagement, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Laurence Jutras, Spécialiste du contenu et de la production, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Pierre Verrière, Spécialiste sénior des communications, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Rebecca World, Directrice, Engagement, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

Alexandra Gair, Gestionnaire, Engagement, Institut Canadien pour des Choix Climatiques

SUPPORT DE PRODUCTION

Conception et mise en page | Laurie Barnett, Designer graphique

Relecture | Julie Stauffer, Cadmium Red Communications (anglais); Edith Sans Cartier (français)

Traduction | Edgar

Page couverture | Alex Wittholz, Helios Design Labs

Avis de non-responsabilité: Ce rapport est un document consensuel représentant le point de vue de l'Institut canadien pour des choix climatiques.

Citation recommandée:

Arnold, J., R. Samson, W. Ahmed, D. Beugin, et J. Bourque. 2020. 11 façons de mesurer la croissance propre. Institut canadien pour des choix climatiques.

Copyright © 2020 Institut canadien pour des choix climatiques

Tous droits réservés.

Il est permis de reproduire tout ou partie de cette publication à des fins non commerciales, pour autant que la source soit citée.

Ce projet a été réalisé avec le soutien financier de:



Environment and
Climate Change Canada

Environnement et
Changement climatique Canada

