

LIMITER LES DÉGÂTS



RÉDUIRE LES **COÛTS**
DES **IMPACTS CLIMATIQUES**
POUR LE **CANADA**

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	3
SOMMAIRE PROVISOIRE	4
1. INTRODUCTION	18
2. NOTRE MÉTHODE	23
Recensement des facettes des effets des changements climatiques.....	26
Quantification des effets des changements climatiques et des mesures d'adaptation.....	27
Estimation des effets macroéconomiques.....	35
Remarques.....	40
3. QUANTIFICATION DE LA FACTURE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	42
Étendue et aggravation des dommages.....	43
Ralentissement : les conséquences macroéconomiques des changements climatiques.....	46
Vitre cassée : les changements climatiques et l'abordabilité.....	59
4. LES AVANTAGES DE L'ADAPTATION	70
Les pertes de revenu national évitées grâce à l'adaptation sont majeures.....	71
Les investissements en adaptation génèrent d'importantes retombées sociales.....	72
5. CONSTATS PRINCIPAUX	75
6. RECOMMANDATIONS	78
GLOSSAIRE	80
RÉFÉRENCES	84
REMERCIEMENTS	86

AVANT-PROPOS

Notre rapport innovateur *Limiter les dégâts : réduire les coûts des impacts climatiques pour le Canada* marque le point culminant de la série *Coûts des changements climatiques*. Depuis décembre 2020, nous avons publié quatre rapports complets – *La pointe de l’iceberg*, *Les coûts des changements climatiques pour la santé*, *Submergés et Plein Nord* – qui font état de l’ampleur et la portée grandissantes des dommages attribuables aux changements climatiques au Canada. Misant sur une approche inédite, *Limiter les dégâts* met à profit de nouvelles données et études pour analyser les répercussions des changements climatiques dans une optique macroéconomique.

Les constats donnent à réfléchir : les coûts croissants des changements climatiques mettront à mal l’économie canadienne, et ce seront les ménages du pays qui subiront directement les pires conséquences. À mesure que les répercussions climatiques s’intensifient, le coût de la vie augmentera, et le ralentissement de la croissance économique forcera les gouvernements à majorer les impôts ou à couper dans les services pour régler la facture des catastrophes climatiques. Les pertes d’emploi se compteront par millions, et les biens deviendront de plus en plus coûteux en raison du bouleversement des chaînes d’approvisionnement.

Mais ce scénario n’est pas une fatalité. *Limiter les dégâts* montre que si nous investissons dès maintenant dans l’adaptation, nous pouvons réduire de moitié bon nombre des coûts des changements climatiques. Et conjuguée à une réduction réelle des émissions de gaz à effet de serre au pays et dans le monde, comme le prévoient les engagements internationaux, l’adaptation pourrait réduire ces coûts de trois quarts, ce qui contribuerait à assurer un avenir stable, abordable et prospère à la population canadienne.

Les coûts actuels et futurs des changements climatiques se révèlent de plus en plus clairement. Dans cette situation, les gouvernements ont le devoir d’apporter des solutions en instaurant des politiques efficaces. Il faut savoir que le rendement du capital investi dans l’adaptation est excellent : comme le montre le rapport, chaque dollar dépensé pour mettre en œuvre les principales mesures d’adaptation au Canada peut entraîner des économies à long terme de 13 \$ à 15 \$.

Les discussions entourant les changements climatiques portent souvent sur le coût de l’action. Ce que démontre *Limiter les dégâts*, c’est que nous pouvons en fait mesurer le coût de l’inaction – qui ne cesse d’augmenter. Les coûts des changements climatiques freinent déjà la croissance économique du Canada, et la situation ne fera que s’aggraver. Pour assurer la prospérité du Canada à long terme, la meilleure chose à faire reste d’investir dès que possible dans les mesures d’atténuation et d’adaptation.

Rick Smith
Président
Institut climatique du Canada

A photograph showing several volunteers working at an emergency site. In the foreground, a young man in a dark jacket is using a shovel to fill a large sack with sand. To his right, an older woman with white hair, wearing a dark jacket and blue gloves, is also working with a shovel. In the background, another person in a red jacket and orange safety vest is visible. The ground is covered with many large, light-colored sandbags. The background shows some trees and a building with a blue roof.

SOMMAIRE PROVISOIRE

Frein majeur et de plus en plus brutal à l'économie nationale, les changements climatiques imposent un lourd fardeau financier aux ménages du Canada. En quantifiant ces répercussions, le rapport Limiter les dégâts montre que déjà, ils endommagent des infrastructures, détruisent des biens et causent des maladies et des décès évitables.

Nous avons constaté l'effet domino des changements climatiques sur l'économie canadienne : ralentissement de l'activité économique des secteurs et des régions, pression sur les fonds publics, réduction du revenu des ménages et érosion de la compétitivité. De plus, avec le ralentissement de la croissance, la hausse des taxes et des prix et le coût des dommages directs, qui grugent les revenus et la richesse, ce sont les ménages qui héritent de la plus grande partie de la facture climatique.

Ces répercussions ont déjà commencé à se faire sentir et si rien ne change, la situation s'aggraverait rapidement. Or, ce n'est pas une fatalité : les gouvernements ont une grande marge de manœuvre pour atténuer le risque économique et protéger la population canadienne de ces répercussions. L'investissement dans

l'adaptation proactive peut réduire substantiellement les dommages économiques globaux, tout comme la réduction effective des émissions de gaz à effet de serre (GES) à l'échelle mondiale.

Limiter les dégâts constitue le point culminant de la série Coûts des changements climatiques de l'Institut climatique du Canada, un projet de modélisation et de recherche sur plusieurs années visant à mieux comprendre et mesurer les coûts potentiels d'un climat changeant au Canada. Ce rapport fait état d'une étude inédite sur les coûts directs et indirects combinés des changements climatiques au pays, intégrant des analyses macroéconomiques de toute l'économie et des études ascendantes, dont celles de rapports précédents de la série Coûts des changements climatiques.

Dans *Limiter les dégâts*, nous avons effectué une analyse macroéconomique en trois étapes :

- ▶ D'abord, nous avons cerné 16 facettes des effets des changements climatiques susceptibles d'entraîner des conséquences économiques importantes au Canada.
- ▶ Deuxièmement, nous avons estimé les coûts et bénéfiques directs de chaque facette dans une série d'analyses ascendantes portant sur les répercussions de 14 scénarios climatiques, c'est-à-dire un scénario d'émissions modérées et un scénario d'émissions élevées appliqués à sept modèles climatiques différents. Nous avons analysé les répercussions à petite échelle géographique et sur de courts intervalles temporels.

- ▶ Troisièmement, nous avons intégré ces résultats à un modèle macroéconomique de l'économie canadienne simulant les répercussions économiques à grande échelle dans les 16 facettes jusqu'à la fin du siècle ainsi que les coûts et bénéfiques de l'adaptation proactive.

En tout, si l'on tient compte de toutes les facettes, nous avons évalué 84 scénarios : deux scénarios d'émissions mondiaux, sept modèles climatiques à échelle réduite, trois scénarios de croissance des actifs et deux scénarios d'adaptation. Mais même si notre analyse présente un portrait beaucoup plus détaillé que les études précédentes, nos résultats ne représentent que la pointe de l'iceberg de l'étendue des dégâts dans l'économie et la société du Canada. Sous la surface se cachent encore de nombreux risques : d'importantes répercussions climatiques probables, mais encore trop incertaines et complexes à quantifier.



29 août 2021 : Des passants observent un feu de forêt embrasant les collines qui surplombent la ville de Penticton, en Colombie-Britannique.

Les changements climatiques constituent un **risque macroéconomique de taille pour la prospérité.**

Sans politique vigoureuse de réduction et d'adaptation aux effets du réchauffement planétaire, les changements climatiques freineront la croissance économique du Canada et mettront à mal l'économie. Ces dommages macroéconomiques feront disparaître des emplois, éroderont la compétitivité du Canada et entraîneront une hausse des dépenses publiques.

Les dommages climatiques entraînent déjà – à très court terme – des pertes considérables pour le revenu national. En 2025, le Canada essuiera des pertes de 25 milliards de dollars par rapport à un scénario de climat stable, soit 50 % de la croissance projetée du PIB pour l'année. La hausse des coûts s'amplifie rapidement au fil des années et des décennies, passant à 78 et à 101 milliards de dollars annuellement d'ici le milieu du siècle pour des scénarios d'émissions modérées et élevées, et à 391 et à 865 milliards de dollars respectivement d'ici la fin du siècle.

En plus de ralentir la croissance du PIB, les répercussions climatiques causeront de nombreuses pertes d'emploi, les pertes de productivité liées à la chaleur et les morts prématurées entraînant une baisse de la main-d'œuvre. Ces pertes pourraient doubler d'ici le milieu du siècle, passant à 500 000, et grimper à 2,9 millions d'ici la fin du siècle. Cela aura des conséquences qui se répercuteront sur l'ensemble de l'économie sous la forme de pertes de productivité et de hausses de prix et finiront par miner les espoirs d'un avenir prospère et sûr pour les populations du Canada.



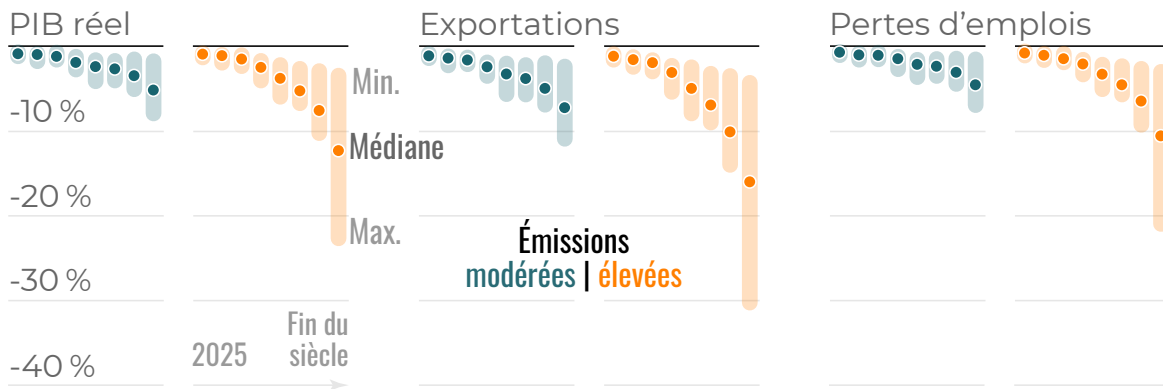
La hausse des coûts et la réduction de la compétitivité s'accompagneront d'une baisse croissante des exportations, et les importations ralentiront au rythme du déclin de la production, reflet d'une faiblesse économique grandissante. D'ici la fin du siècle, la chute des exportations par rapport à un scénario d'émissions stables s'élèvera à 300 milliards de dollars (7 %) dans un scénario d'émissions modérées et à 600

milliards de dollars (16 %) dans un scénario d'émissions élevées.

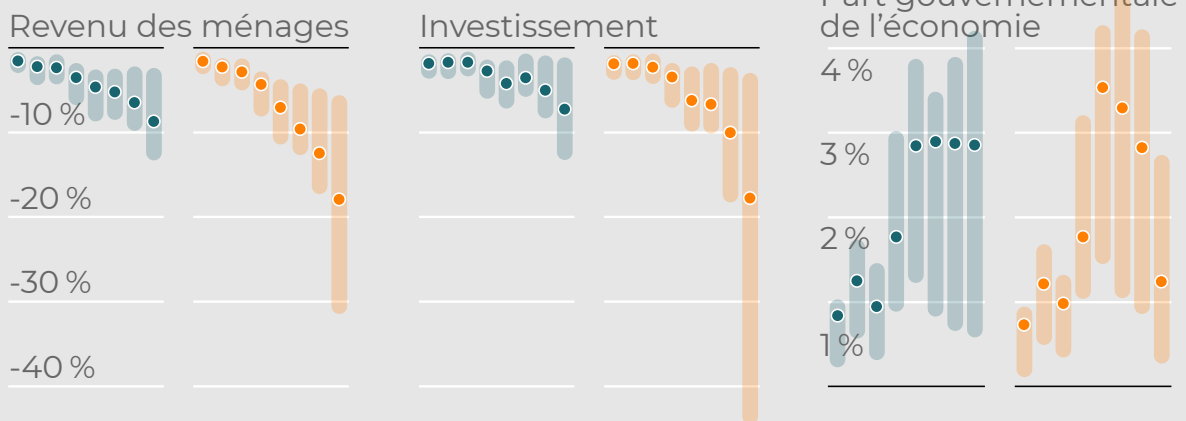
Les pertes du scénario d'émissions élevées dépassent de beaucoup celles du scénario d'émissions modérées pour tous les indicateurs, notamment après le milieu du siècle, ce qui souligne l'impératif de réduction des émissions mondiales de GES pour réduire les coûts.

Les changements climatiques nuiront à l'économie et aux ménages du Canada sur de multiples plans.

Indicateurs de ralentissement économique



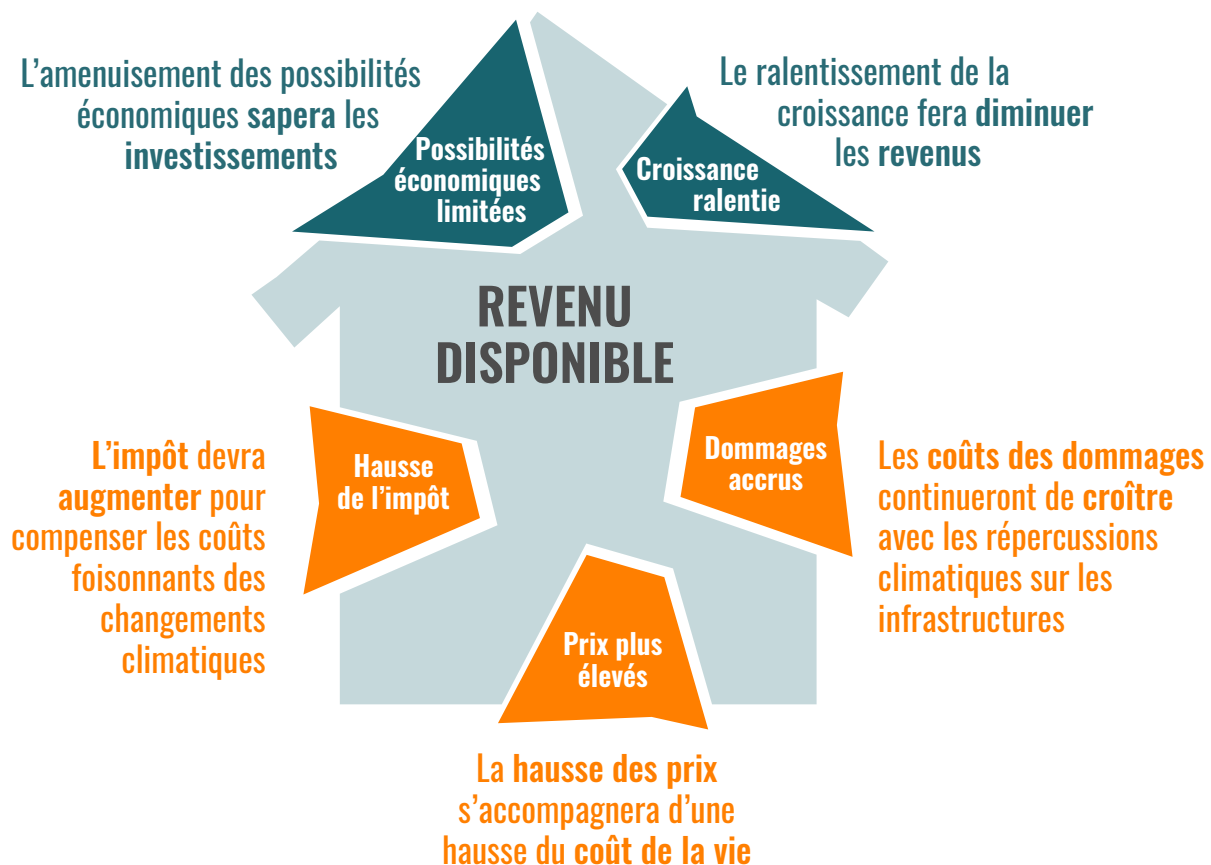
Indicateurs de vitres cassées



Le sophisme de la vitre cassée

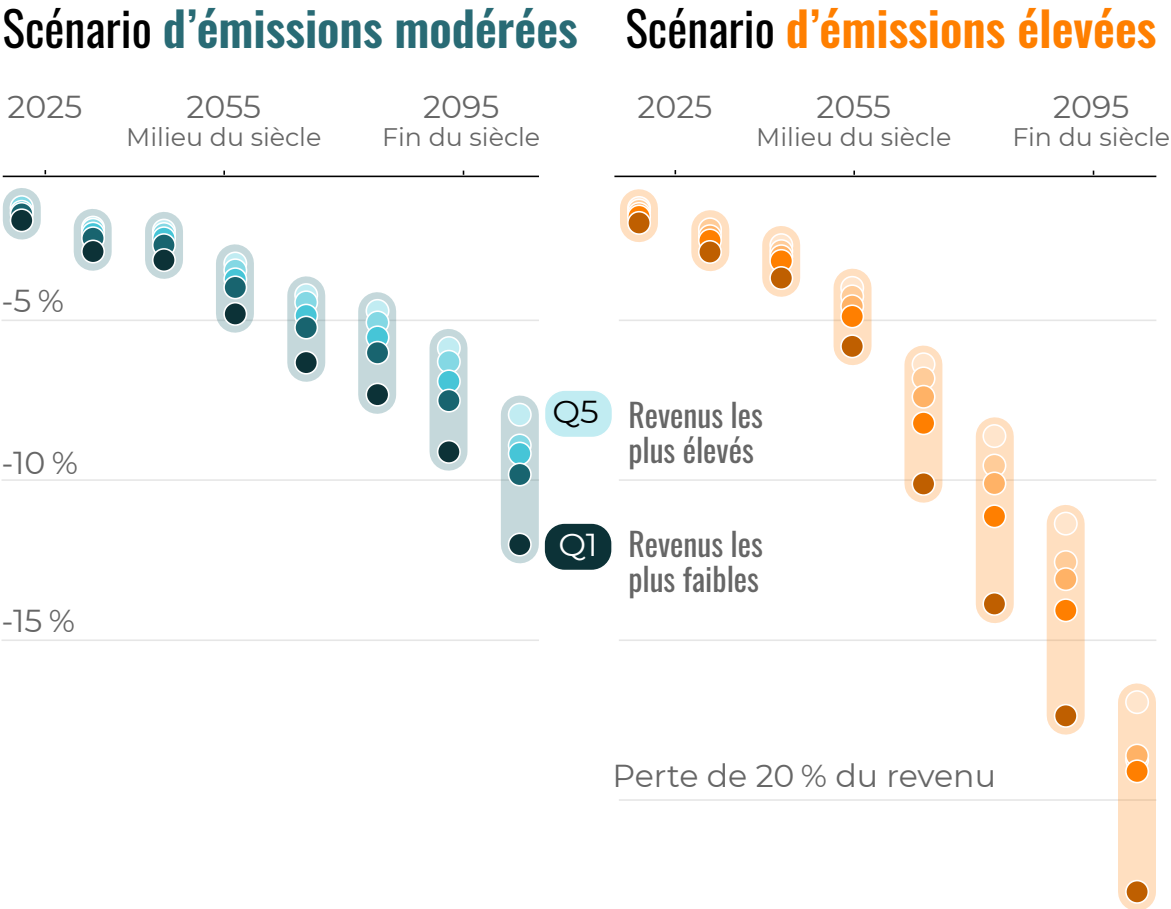
Si les pertes macroéconomiques brutes associées aux répercussions climatiques sont préoccupantes, les répercussions concrètes pour la population, camouflées par l'effet global sur le produit intérieur brut (PIB) national, sont encore plus graves. C'est un exemple classique du « sophisme de la vitre cassée », qui décrit l'effet trompeur qu'ont les dépenses engagées pour la restauration des actifs détruits sur la mesure du coût des ravages climatiques pour l'économie. Ces dépenses obligées se doublent en effet d'un coût d'opportunité, puisque des sommes considérables vont à la réparation de ce qui a été endommagé plutôt qu'à de nouvelles activités qui génèrent de la richesse et feraient, à long terme, la prospérité de tout le monde au pays.

Les changements climatiques rendront la vie moins abordable en faisant **diminuer les revenus** et **augmenter les dépenses**.



Les répercussions climatiques diminueront la richesse individuelle, c'est inévitable; les revenus baisseront et seront réalloués à des réparations prématurées. La pleine ampleur du fardeau imposé aux ménages est partiellement camouflée si on ne considère que les indicateurs macroéconomiques bruts des freins économiques. À première vue, les dépenses engagées pour la réparation de la « vitre cassée » semblent stimuler certains secteurs de l'économie; la taille de l'État augmente et le secteur de la construction connaît une montée. Ces dépenses obligées pour réparer les dommages des changements climatiques ne sont toutefois pas sans coût d'opportunité, puisque des ressources sont détournées de nouveaux investissements productifs qui autrement auraient généré de la production et de la création de richesse. Les coûts se reflètent dans les baisses de revenus des ménages, la diminution des investissements des entreprises et les hausses de taxes ou la diminution des services sociaux. Ainsi, si le PIB risque de baisser de 12 % dans un scénario d'émissions élevées médian d'ici la fin du siècle, les perspectives pour les ménages sont encore plus sombres; on parle d'une baisse de revenus de 18 %.

Tous les ménages perdront des revenus, mais les moins nantis souffriront davantage.



Les changements climatiques **menacent l'abordabilité** pour les ménages du Canada, **particulièrement dans les populations vulnérables.**

Les changements climatiques frapperont durement les ménages, rendant la vie encore plus chère dans les années et les décennies à venir. Les pressions sur l'abordabilité s'exerceront de toute part.

Le ralentissement de la croissance se traduira par une réduction des débouchés et une baisse des revenus en même temps que les gouvernements devront hausser les taxes pour maintenir les services et payer le nettoyage et les réparations résultant de la multiplication des catastrophes météorologiques. Les pertes d'emploi s'accumuleront, privant la population canadienne de sa principale source de sécurité économique, tandis que le prix des biens augmentera avec la hausse des coûts sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.

Ainsi, dans tous les scénarios climatiques, les ménages sont perdants. Leur perte de revenu est déjà bien tangible; on parle d'une baisse de 720 \$ par personne d'ici 2025 dans les deux scénarios d'émissions par rapport au scénario de stabilité, baisse qui passe à 1 890 \$ d'ici le milieu du siècle dans un scénario d'émissions modérées et à près de 2 300 \$ dans un scénario d'émissions élevées. Après le milieu du siècle, les pertes de revenu réelles seront désastreuses pour le coût de la vie des ménages. Ce sont les moins nantis qui écopent, essuyant des pertes de revenus de 23 % dans un scénario d'émissions élevées d'ici la fin du siècle, tandis que le groupe médian accusera des pertes de 19 %.



L'économie canadienne est fort vulnérable au climat, un **risque majeur pour les entreprises et les investisseurs.**

Les répercussions des changements climatiques ne se bornent pas à des régions ou des secteurs économiques en particulier : des entreprises et des investisseurs de partout au pays sont menacés, dans presque tous les secteurs.

D'ici la fin du siècle, toutes les régions verront leur situation périlcliter à cause des dommages climatiques, mais c'est le Nord du Canada et l'Alberta qui accusent les plus grandes pertes. Le Nord sera touché de manière disproportionnée, principalement en raison des dommages aux infrastructures des effets de la fonte du pergélisol. Cette région pourrait connaître d'ici le milieu du siècle des pertes de PIB de 5 490 \$ et 7 080 \$ par personne dans les scénarios d'émissions modérées et élevées, respectivement, pertes qui s'élèveraient à 11 820 \$ et 26 060 \$ d'ici la fin du siècle. Quant à l'Alberta, la province la plus exposée aux catastrophes météorologiques, elle pourrait accuser des pertes de PIB de 2 890 \$ par personne dans un scénario d'émissions modérées ou de 3 920 \$ par personne dans un scénario d'émissions élevées d'ici le milieu du siècle.

La plupart des filières économiques seront elles aussi fragilisées, tous scénarios climatiques confondus. Notamment, la fabrication, les services et le transport

seront durement frappés par les répercussions climatiques. Si les secteurs de la construction et de l'agriculture pourraient tirer leur épingle du jeu, ces derniers ne comptent que pour 8,5 % de l'économie du Canada et leurs gains sont balayés par les pertes subies dans les autres secteurs. Qui plus est, la montée du secteur de la construction est une illustration du sophisme de la vitre cassée : c'est une croissance stimulée par les dépenses de réparation des infrastructures endommagées, qui accaparent des ressources qui auraient pu être employées de manière plus productive ailleurs.

Finalement, les dommages climatiques nuisent aux investissements dans la productivité. On note une baisse des investissements dans tous les scénarios de changements climatiques par rapport au scénario de stabilité, et ce déclin s'accélère rapidement à long terme, avec l'accumulation des coûts et la baisse de production.



Les changements climatiques posent un **risque fiscal** qui menace de **bouleverser les dépenses gouvernementales.**

Les changements climatiques pèseront lourdement sur les finances publiques.

Le ralentissement de la croissance économique exercera une pression à la baisse sur les recettes publiques, et cette pression budgétaire sera concomitante à l'obligation croissante, pour les pouvoirs publics, de réagir à la hausse des coûts des changements climatiques, notamment par une aide financière après une catastrophe météorologique, la réparation et le remplacement des infrastructures, et le maintien des services d'un système de santé soumis à des pressions toujours plus grandes.

On se retrouvera alors dans l'obligation de choisir : augmenter les impôts pour maintenir les services, alourdir la dette publique ou réduire les services pour

réallouer les ressources publiques aux dommages climatiques croissants. Si l'on veut maintenir les services, il faudra d'ici 2025 majorer de 0,35 % l'impôt des particuliers et des entreprises pour couvrir la hausse des dépenses publiques allouées aux dommages climatiques, portées à 5 milliards de dollars annuellement. D'ici le milieu du siècle, ce montant grimpera à plus de 17 milliards de dollars annuellement, ce qui correspond à une hausse d'impôts d'environ 1 %, et d'ici la fin du siècle, il passera à 24 milliards de dollars ou 55 milliards de dollars annuellement, soit une hausse d'impôts de 1,4 % et de 2,7 % pour les scénarios d'émissions modérées et élevées, respectivement.



Combinées, la **réduction des émissions** et l'**adaptation proactive** sont nos meilleures options pour **réduire les risques**.

La réduction des émissions à l'échelle mondiale et les mesures d'adaptation proactives peuvent diminuer substantiellement les coûts des changements climatiques pour l'économie du Canada.

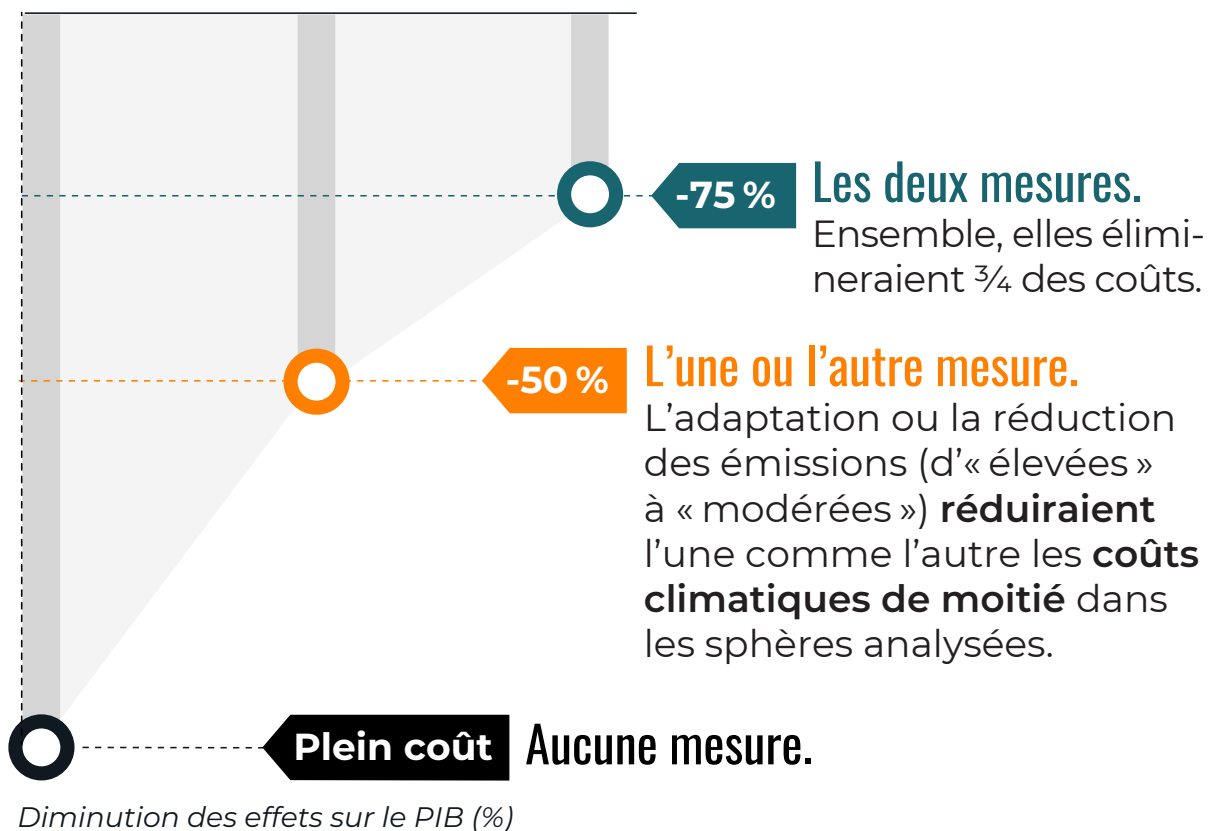
La réduction des émissions engendrera des bénéfices importants après le milieu du siècle, comme des dommages deux fois moindres dans le scénario d'émissions modérées que dans le scénario d'émissions élevées. L'adaptation proactive, quant à elle, rapportera d'importants bénéfices, toutes trajectoires confondues, et

sur une plus courte période. Ensemble, des mesures d'adaptation proactives et de réductions des émissions à l'échelle mondiale seraient la façon la plus efficace de sauver les meubles. On parle d'une réduction de 75 % des pertes de PIB réel au Canada.

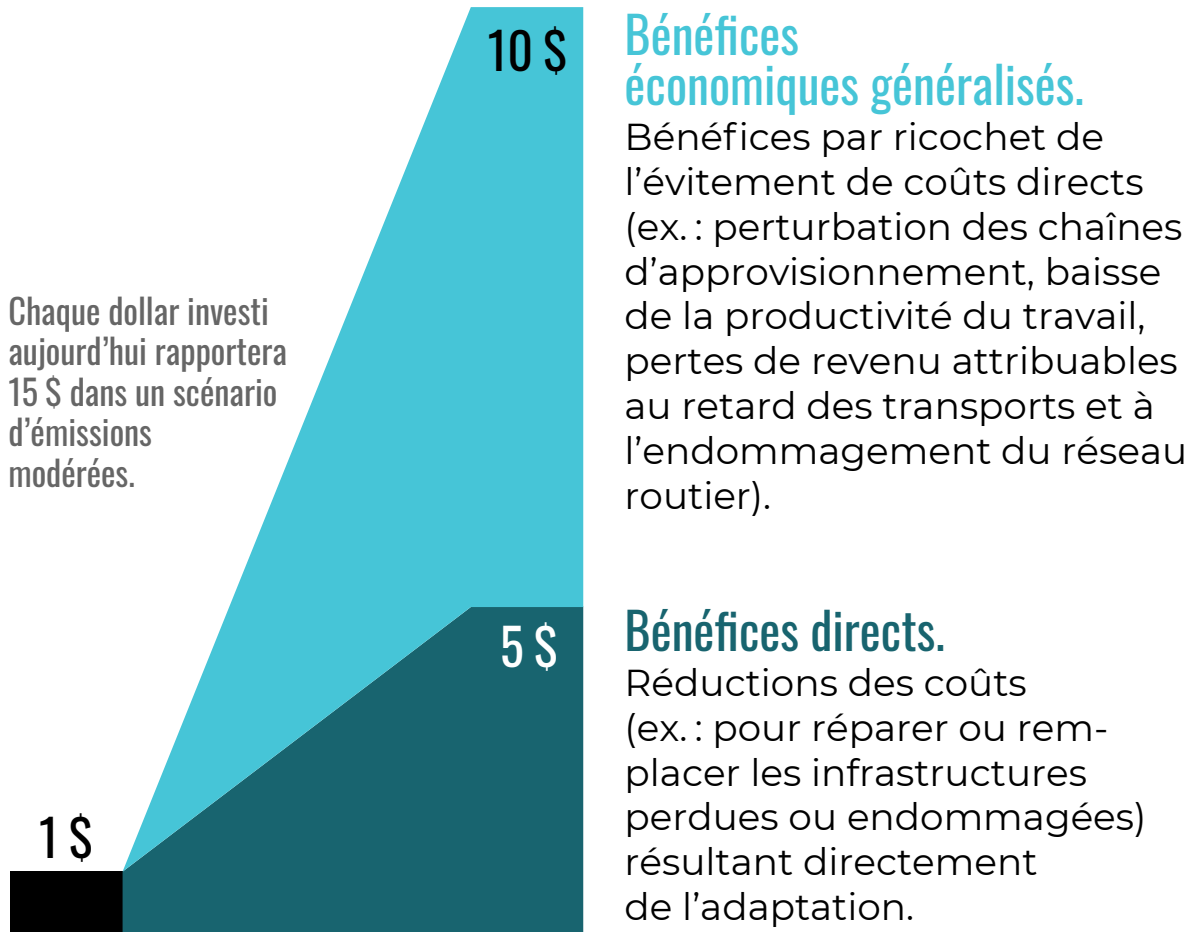
En outre, notre analyse macroéconomique montre que les dépenses en adaptation proactive ont d'importantes retombées économiques. Selon nos résultats, pour chaque dollar investi dans les mesures d'adaptation modélisées, on obtient un rendement total de 13 \$ à 15 \$: 5 \$ à 6 \$ en évitant les dommages directs comme

les coûts de remplacement et de réparation prématurés des infrastructures, et 6 \$ à 10 \$ en avantages indirects propagés dans l'économie. Un cadre macroéconomique apporte de l'eau au moulin de l'adaptation proactive, illustrant le fait que cet investissement intelligent génère un rendement direct et indirect considérable.

Ensemble, l'adaptation et la réduction des émissions mondiales peuvent grandement réduire les coûts.



L'adaptation proactive est un investissement judicieux qui génère des retombées économiques majeures.



Recommandations

1. Les gouvernements doivent **intégrer les répercussions climatiques et les politiques d'adaptation** à leurs **orientations économiques**.

Les gouvernements du Canada n'ont pas réussi à tenir compte de la menace économique d'un climat de plus en plus chaud et instable. Résultat : une sous-estimation collective des coûts de l'inaction et des retombées économiques de politiques climatiques ambitieuses. À l'avenir, les gouvernements devraient intégrer aux analyses politiques et aux processus décisionnels le coût des répercussions climatiques ainsi que les coûts et avantages des politiques d'adaptation et d'atténuation afin que les décisions stratégiques et économiques reflètent le véritable coût – considérable – du refus d'investir dans l'adaptation et les réductions d'émissions.

2. Les gouvernements doivent **encourager (voire imposer)** la prise en compte des risques climatiques dans les **décisions du secteur privé**.

Avec l'intensification et la multiplication des catastrophes météorologiques, les coûts des dommages climatiques physiques commencent déjà à s'accumuler; ceux de répercussions directes, mais aussi les coûts indirects propagés dans l'économie. Le secteur privé doit répondre à cette menace grandissante en intégrant les risques physiques et les mesures d'atténuation à ses pratiques de gestion des risques, une démarche que les gouvernements et autorités de réglementation devraient encourager par l'accélération des initiatives de divulgation des risques climatiques et la production de renseignements sur le climat pour contribuer à l'exactitude et à la constance de la divulgation à l'échelle nationale.

3. Les gouvernements doivent **prendre des mesures d'adaptation proportionnelles** aux risques qui guettent le Canada.

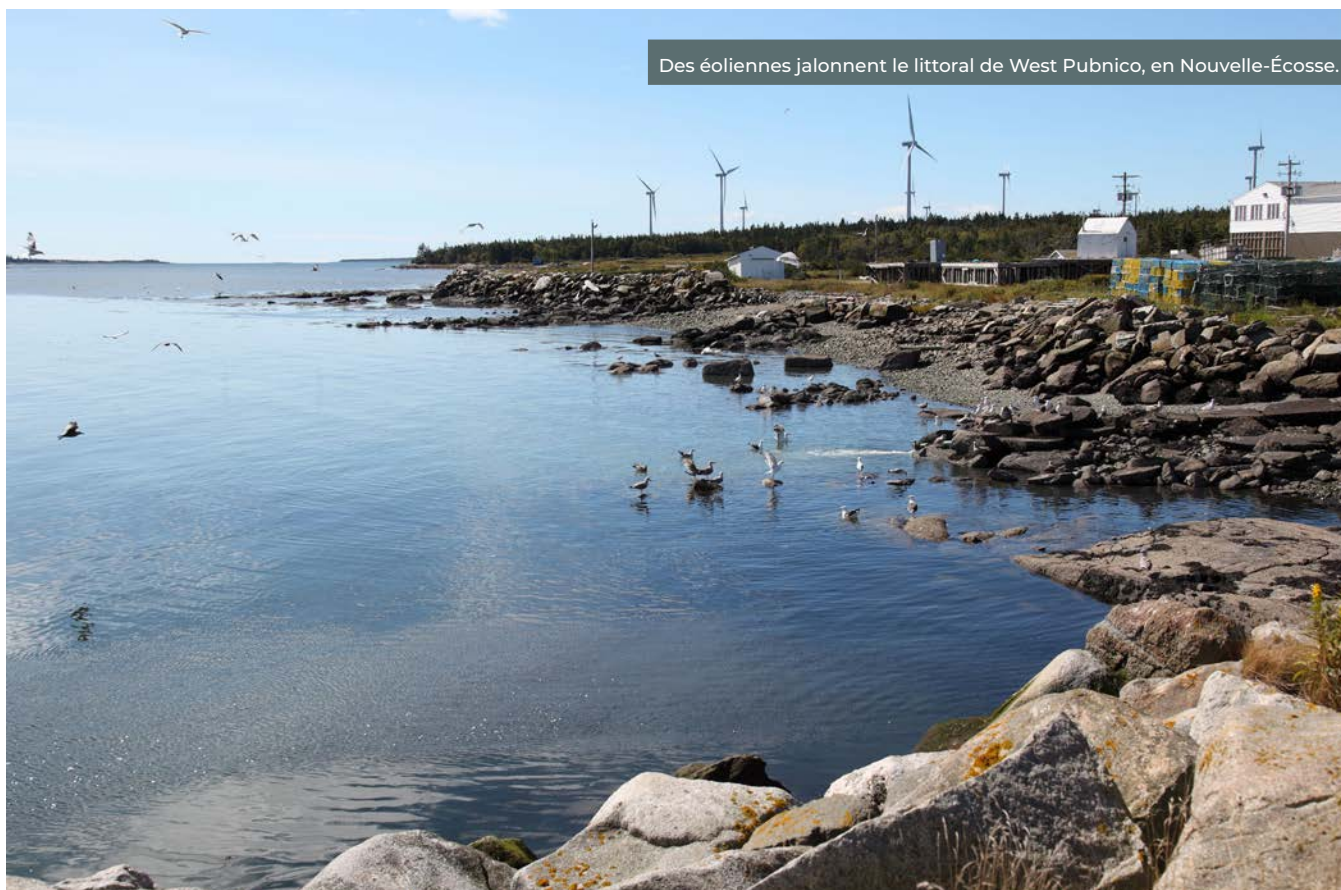
L'adaptation proactive, dont le rendement est de 13 \$ à 15 \$ par dollar investi, peut protéger la santé, la sécurité et le bien-être de la population canadienne et atténuer les répercussions des changements climatiques sur l'économie nationale. Malgré les avantages évidents, le Canada accuse du retard en adaptation et les gouvernements doivent rapidement déployer des politiques et des investissements proportionnels aux risques climatiques, à commencer par la *Stratégie nationale d'adaptation* à venir.

4. Les gouvernements doivent **redoubler d'efforts pour réduire radicalement les émissions** au Canada et à l'international.

Entre un scénario à émissions élevées et un scénario à émissions modérées, la différence dans la réduction des dommages climatiques est considérable. Sans baisse substantielle des émissions, l'adaptation ne suffira pas à contrer l'augmentation des dommages climatiques au Canada. Tous les ordres de gouvernement devraient continuer d'élaborer et de mettre en œuvre des politiques ambitieuses pour réduire les émissions canadiennes et atteindre les cibles, tout en appuyant et en encourageant les efforts mondiaux de réduction des émissions.

5. Les gouvernements doivent **investir pour comprendre les risques économiques** qui n'ont pas encore été modélisés et s'y préparer.

Si ce rapport brosse un portrait plus détaillé des risques économiques d'un climat changeant pour le Canada, ces risques ne sont que la pointe de l'iceberg; de nombreux autres aux effets potentiellement dévastateurs se cachent sous la surface, mais nous ne disposons pas encore des outils pour les comprendre. En plus d'agir sans hésitation dès aujourd'hui en fonction des connaissances actuelles, les gouvernements ne doivent pas négliger d'investir en recherche pour mieux comprendre la pleine portée des répercussions climatiques et des risques économiques qui nous attendent et mieux s'y préparer.





INTRODUCTION

Les effets des changements climatiques se font de plus en plus graves, ce qui vient saper l'économie du pays et alourdir le fardeau des ménages.

Ce rapport est l'aboutissement d'une enquête pluri-annuelle sur les coûts des changements climatiques au Canada. Se construisant sur une série de rapports antérieurs de l'Institut climatique du Canada concernant les répercussions des changements climatiques sur l'économie, l'analyse présentée ici fournit une perspective descendante sur les freins de nature macroéconomique auxquels la population doit se préparer.

Ce que nous avons découvert est assez inquiétant. Le réchauffement et la déstabilisation du climat viennent accélérer la dépréciation des infrastructures, détruire des biens et entraîner des maladies et pertes de vies évitables, ce qui n'est pas sans mettre un frein à la croissance économique du pays et à la prospérité de sa population. Si, à ce jour, quelques études internationales (Burke et coll., 2015; Lafakis et coll., 2019) ont laissé entendre que le Canada pourrait sortir gagnant du bouleversement climatique, notre analyse indique que ce n'est pas le cas : dans aucun des scénarios que nous avons modélisés les changements climatiques n'ont un effet positif net sur l'économie du pays.

Si les pertes macroéconomiques brutes sont préoccupantes, les répercussions concrètes pour la population, camouflées dans l'effet global sur le produit intérieur brut (PIB) national, sont encore plus graves. C'est un exemple classique du « sophisme de la vitre cassée », qui

décrit l'effet trompeur qu'ont les dépenses engagées pour la restauration des actifs détruits sur la mesure du coût des ravages climatiques pour l'économie. Ces dépenses obligées se doublent en effet d'un coût d'opportunité, puisque des sommes considérables vont à la réparation de ce qui a été endommagé plutôt qu'à de nouvelles activités qui génèraient de la richesse et feraient, à long terme, la prospérité de tout le monde au pays.

La hausse des dépenses publiques entraînée par la nécessité de réparer les dommages causés par les changements climatiques est un bon exemple de l'effet en trompe-l'œil qui s'opère sur la comptabilité macroéconomique nationale. Dans nos scénarios, les dépenses publiques sont le seul de tous les composants du revenu national, mesuré en fonction du PIB réel, qui augmente avec les dépenses engagées pour faire face aux dommages climatiques. La consommation, les importations, les exportations et l'investissement accusent tous un recul relatif, mais voilà que la hausse des dépenses publiques en masque le coût réel. Pourtant, les changements climatiques sapent l'économie, ce qui effrite les recettes publiques. Pour préserver l'équilibre budgétaire, les taux d'imposition doivent nécessairement grimper, entraînant avec le temps d'autres coûts qui se manifestent notamment par une perte d'efficacité économique (Dalby et Ferede, 2018).

Les changements climatiques vont en casser beaucoup, des vitres, et ce sont surtout les ménages canadiens qui écoperont. Ralentissement économique, chômage, hausse des impôts et dommages climatiques directs vont se conjuguer pour augmenter le coût de la vie et réduire les possibilités d'affaires. Pire, tous ne paieront pas le même tribut : les collectivités du Nord et de l'Alberta ainsi que les ménages à faible revenu de l'ensemble du pays vont subir une perte de revenu disproportionnée. Et, comme l'explique le sophisme de la vitre cassée, la facture pour certains ménages, notamment avec l'accroissement du risque prématuré de décès ou de maladie, sera beaucoup plus salée que ne laisse entendre le relevé des coûts purement financiers qui se fait dans les analyses macroéconomiques (Clark et coll., 2021).

Les entreprises subiront également d'importantes pertes sur le plan de l'investissement avec l'évolution du climat. Il y aura des retombées positives nettes pour les secteurs de la construction et des services connexes, mais tous les autres souffriront d'un recul massif du capital investi, de la demande en main-d'œuvre, des exportations et de la production économique.

Notre analyse révèle que les changements climatiques ont déjà commencé à avoir des impacts importants sur l'économie, et que non seulement la situation continuera à s'aggraver, mais qu'elle empirera rapidement après le milieu du siècle. Résultat : la facture refilée aux générations futures n'en sera que plus élevée. Mais les populations au Canada ne sont pas impuissantes face à cette menace. Selon nos constats, la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) à l'échelle mondiale et l'adaptation proactive du pays peuvent réduire de moitié les dommages économiques à venir et, ensemble, protéger le Canada des pires effets des changements climatiques. On parlerait ici d'une atténuation de 75 % de la baisse du revenu national (mesuré en fonction du PIB réel) dans les sphères que nous avons analysées.

De plus, les investissements dans des mesures proactives de préparation à l'aggravation des dommages clima-

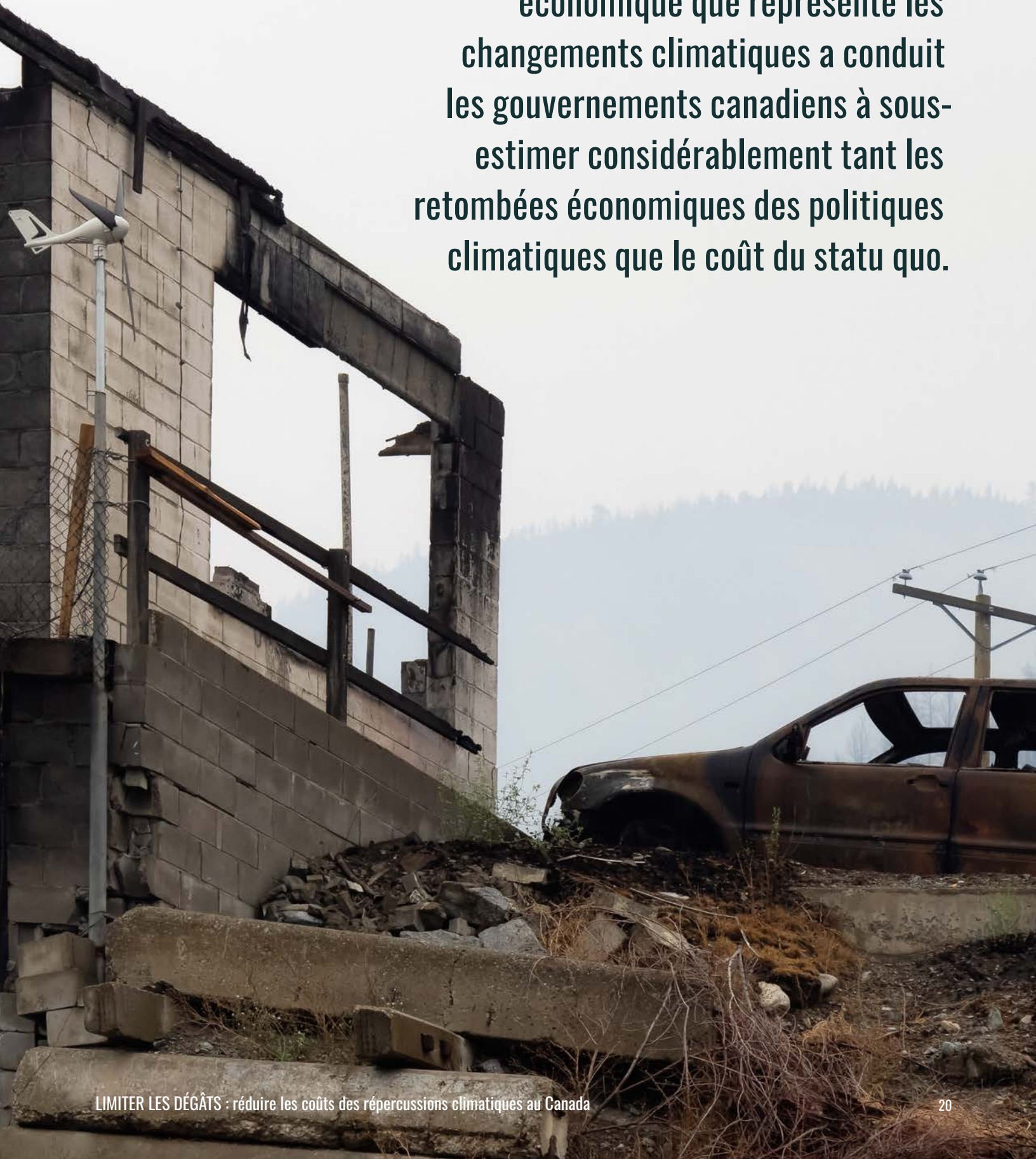
tique auront des retombées pour la société plusieurs fois supérieures aux coûts desdites mesures : les mesures d'adaptation que nous avons modélisées offrent un rendement du capital investi de 13 à 15 \$ pour chaque dollar dépensé. Il est à noter que les impacts climatiques sur l'économie dans son ensemble et sur son équilibre général sont deux fois plus importants que le coût direct des mesures que nous avons analysées. Ce rendement montre bien qu'investir dans l'adaptation proactive est une politique économique judicieuse qui rapportera substantiellement. Les avantages des mesures d'atténuation et d'adaptation se manifestent sur des horizons temporels différents : l'adaptation est payante dès aujourd'hui tandis que l'atténuation permet d'éviter des dommages futurs.

Le présent rapport montre que les administrations publiques et le secteur privé doivent prendre suffisamment au sérieux la menace économique que représente la perturbation du climat. Ça n'a pas été le cas jusqu'à présent, ce qui a conduit les dirigeants du Canada à sous-estimer considérablement tant les retombées économiques des politiques climatiques que le coût du statu quo.

Notre analyse jette des bases qui pourront servir aux administrations pour fixer leurs priorités politiques, allouer leur budget de programmes et d'infrastructures, et mieux protéger la santé, le bien-être et les emplois des gens. Nos constats devraient également orienter l'élaboration et la mise en œuvre de la prochaine Stratégie nationale d'adaptation du gouvernement fédéral. En quantifiant où et comment les dommages climatiques risquent le plus de saper l'économie du pays, notre analyse étend et approfondit la compréhension des plus grands risques climatiques contre lesquels la Stratégie nationale d'adaptation du Canada doit nous prémunir (Ness et Miller, 2022).

Ce rapport vient combiner une modélisation macroéconomique descendante avec une analyse ascendante afin de broser un tableau plus complet que les études précédentes de la manière dont les change-

L'incapacité à comprendre la menace économique que représente les changements climatiques a conduit les gouvernements canadiens à sous-estimer considérablement tant les retombées économiques des politiques climatiques que le coût du statu quo.



ments climatiques continueront d'affecter les populations du Canada. Cependant, nous devons souligner que les freins économiques et autres « vitres cassées » que nous avons modélisés ne sont que la pointe de l'iceberg : ils ne représentent qu'un sous-ensemble des contrecoups que nous réserve le réchauffement de plus en plus dangereux du climat. Concrètement, le potentiel de dommages à l'échelle macroéconomique est – c'est quasiment certain – bien plus important que les dommages particuliers que nous avons calculés.

Alors que se précise la menace des changements climatiques et qu'évoluent les mentalités et les politiques sur notre avenir climatique, il apparaît que tous les ordres de gouvernement doivent s'éduquer et se tenir informés quant aux risques économiques auxquels nous sommes confrontés, agir rapidement pour y faire face, et s'assurer que le secteur privé fait de même.

La suite de ce rapport s'articule comme suit :

- ▶ La **SECTION 2** décrit la méthode que nous avons employée pour modéliser 84 scénarios, dont 16 facettes climatiques et les stratégies d'adaptation à appliquer proactivement en réponse, le tout dans un modèle macroéconomique, ventilé selon les régions, de l'économie du Canada.
- ▶ La **SECTION 3** présente une vue d'ensemble des répercussions macroéconomiques du réchauffement et de l'accroissement de la volatilité du climat dans les prochaines décennies. Nous examinerons celles qui se traduiront en freins pour l'économie et verrons comment la nécessité de réparer constamment les vitres cassées nuira à la création de richesse. Nous verrons aussi les effets protecteurs, sur le plan des risques économiques pour le Canada, du travail mené à l'échelle mondiale pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

- ▶ La **SECTION 4** montre que multiplier les efforts proactifs d'adaptation peut faire baisser de moitié la facture des dégâts climatiques.
- ▶ La **SECTION 5** synthétise nos principaux constats, et la **SECTION 6** présente une liste de recommandations pour les décideurs.

Les analyses ascendantes des dommages directs des changements climatiques – comme celles effectuées dans nos rapports passés *La pointe de l'iceberg*, *Les coûts des changements climatiques pour la santé*, *Submergés* et *Plein Nord* – sont importantes pour la compréhension des coûts engagés en première ligne, mais elles ne montrent pas la véritable échelle des dommages pour l'économie tout entière. Comme l'illustre le cas de l'incendie de Fort McMurray, et comme le présent rapport cherche à le quantifier, les changements climatiques auront des conséquences économiques qui excéderont de loin les dommages directs aux résidences, aux infrastructures et à la santé des gens.

L'étude descendante des modélisations macroéconomiques dans le présent rapport vise à compléter ce portrait, en montrant non seulement les coûts directs des changements climatiques, mais aussi leurs conséquences indirectes ainsi que leurs répercussions sur l'économie tout entière, comme les dommages se feront sentir sur tout le monde et dans tous les secteurs. Mais cette analyse, malgré son exhaustivité, ne saisit pas la pleine ampleur des répercussions qu'aura le réchauffement climatique sur nos finances et notre société, car il n'est pas possible de modéliser la totalité des dommages économiques substantiels, ni certains risques importants sur lesquels il plane encore trop d'incertitude.

Enfin, nos conclusions sont sans équivoque : l'investissement dans des mesures d'adaptation climatique proactive constitue une vraie manne économique et devrait être fortement intensifié.

ENCADRÉ 1

Les coûts directs et indirects de l'incendie de Fort McMurray

Ces dernières années, on a vu s'accroître les catastrophes météorologiques qu'amènent les changements climatiques, et les conséquences économiques se sont avérées majeures. L'examen approfondi d'un tel événement, survenu récemment, met en évidence l'ampleur des dommages qui se multiplieront avec la perturbation du climat. Il montre également l'importance de ne pas s'arrêter aux dommages directs et immédiats, mais aussi à tenir compte des répercussions sur l'ensemble de l'économie canadienne.

Le feu incontrôlé qui a ravagé Fort McMurray en mai 2016 a été, à l'époque, la catastrophe liée au climat la plus coûteuse de l'histoire du pays : environ quatre milliards de dollars en dommages aux résidences et commerces (Alam et coll., 2017). Cependant, cette comptabilisation des seuls dommages directs sous-estime considérablement la facture totale. Les économistes estiment qu'en plus des dommages physiques aux infrastructures, l'incendie a causé sept milliards de dollars de plus en coûts additionnels et indirects nets : pensons à une perte de quelque trois milliards dans la production de l'industrie pétrogazière et dans d'autres secteurs économiques; plus de trois milliards en contrecoups indirects sur l'environnement et les ressources naturelles; deux milliards pour l'intervention gouvernementale d'urgence; et deux cents millions en recettes fiscales perdues – le tout n'étant que partiellement compensé par les profits de la réparation et de la reconstruction (Alam et coll., 2017). Bref, lorsque l'on tient compte de tout cela, la facture de l'incendie gonfle pour passer de quatre à onze milliards de dollars.



NOTRE MÉTHODE

Nous avons adopté une méthode en plusieurs étapes pour estimer les dommages économiques des changements climatiques au Canada, avec et sans mesures d'adaptation. Cette approche commence par une analyse ascendante de certains des coûts (et, parfois, des bénéfiques) les plus notables qu'entraîneront les changements climatiques pour le pays au moyen de modèles hautement détaillés des effets sur la santé, l'infrastructure, et les secteurs économiques vulnérables aux aléas du climat. On saisit ensuite ces coûts et bénéfiques dans un modèle macroéconomique descendant qui simule les répercussions pour l'économie du Canada d'ici la fin du siècle.

Le présent rapport constitue le point culminant de la série Coûts des changements climatiques de l'Institut climatique du Canada; il vient compléter les précédentes études ascendantes par une analyse macroéconomique descendante. Notre méthode se décline en trois étapes distinctes (figure 1) :

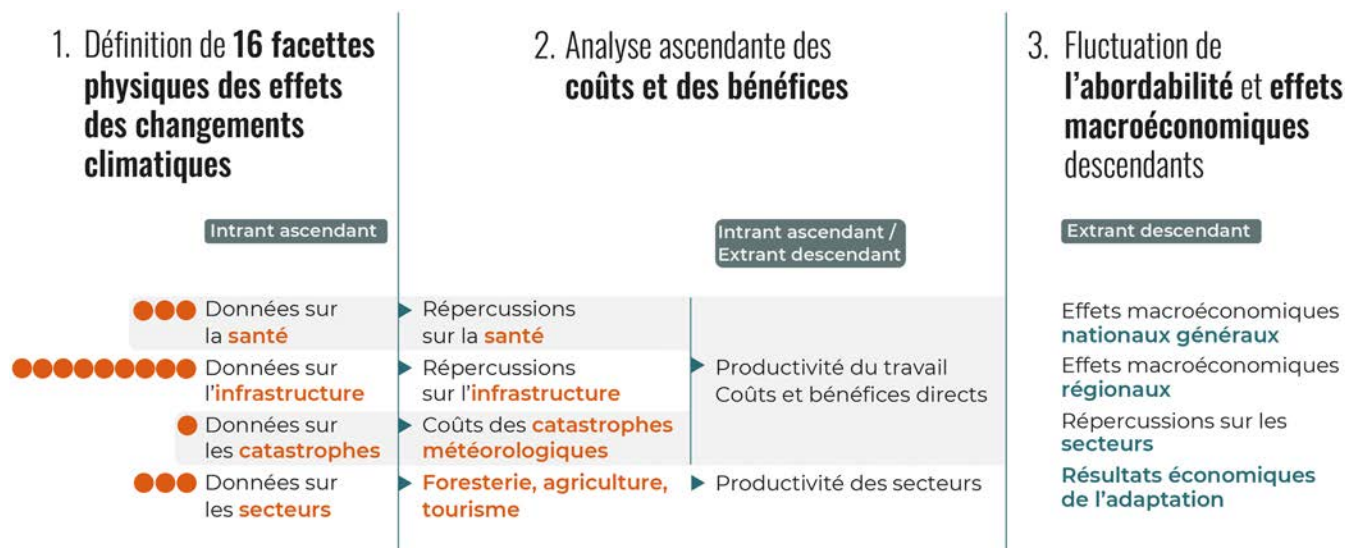
- 1. Nous avons étudié la masse documentaire et consulté des experts** pour cerner 16 facettes de l'économie du Canada où les changements climatiques sont susceptibles d'avoir un effet – négatif ou positif – considérable.
- 2. Nous avons estimé les coûts et bénéfiques directs** pour l'économie dans une série d'analyses ascendantes. Pour chacune des 16 facettes, nous avons examiné les effets climatiques dans un total de 14 scénarios projetés (nous sommes partis de deux

scénarios d'émissions de GES à l'échelle mondiale, et leur avons appliqué chacun des sept modèles climatiques à échelle réduite). Nous avons ensuite analysé les répercussions sur les infrastructures, les populations et les secteurs économiques dans tout le Canada, d'aujourd'hui jusqu'à la fin du siècle, et ce à une résolution spatiale pouvant atteindre 10 km² et une résolution temporelle d'un jour. Pour diverses facettes économiques, nous avons également estimé ce que coûterait l'investissement dans des mesures d'adaptation proactives ainsi que ce qui s'éviterait au chapitre des dommages.

- 3. Nous avons pris les résultats de ces analyses ascendantes** et les avons soumis à une analyse macroéconomique descendante qui emploie un modèle sophistiqué de l'économie canadienne¹. Ce modèle nous a servi à simuler les changements à

¹ Il s'agit de gTech, le modèle produit par Navius Research pour calculer l'équilibre général de l'économie du Canada et des États-Unis.

Figure 1 : Notre approche pour évaluer les impacts des changements climatiques au Canada



l'échelle de l'économie pour les 16 facettes jusqu'à la fin du siècle dans les 14 scénarios susmentionnés ainsi que dans trois scénarios de croissance, en avançant différentes hypothèses sur la valeur des actifs à risque. Nous avons aussi examiné les effets macroéconomiques de l'adaptation proactive, et estimé les retombées sociales dans le cadre d'une analyse coûts-bénéfices.

Les rapports précédents de la série Coûts des changements climatiques font état des analyses ascendantes de l'Institut sur le plan des coûts et bénéfices de l'adaptation pour la santé comme pour les infrastructures (notamment celles du Nord). Afin d'élargir la modélisation macroéconomique dans le présent rapport, nous avons complétées d'autres analyses ascendantes des coûts climatiques que subira l'économie en raison des catastrophes météorologiques et des autres effets touchant en particulier l'agriculture, la foresterie et le tourisme.

Notre méthode est d'utiliser ces analyses ascendantes détaillées pour estimer les coûts et les bénéfices dans un vaste éventail de facettes, puis d'incorporer ceux-ci

dans un modèle macroéconomique. C'est une façon de faire qui a été appliquée avantageusement pour évaluer les effets économiques des changements climatiques à l'échelle nationale dans d'autres pays (Steininger et coll., 2015; Szewczyk et coll., 2018). Nos constats sont plus nuancés et détaillés que ceux d'autres études macroéconomiques purement descendantes quant au portrait des effets de la situation climatique sur l'économie canadienne. Celles-ci posent en effet des hypothèses larges et simplifiées quant aux effets de la hausse de la température mondiale sur la performance économique du pays, sans tenir compte des processus réels par lesquels les changements climatiques et météorologiques perturberont spécifiquement les différentes industries, régions et populations (Burke et coll., 2015; Lafakis et coll., 2019).

Le tableau 1 fait une synthèse des principales facettes des effets des changements climatiques ainsi que des coûts et bénéfices économiques connexes évalués dans le cadre de notre étude. Pour obtenir plus d'information sur la caractérisation de ces coûts et bénéfices dans notre modélisation de l'impact économique, consul-

Tableau 1. Coûts et bénéfices économiques des 16 facettes des effets des changements climatiques

Thème	Facette des changements climatiques	Description des coûts et bénéfices économiques
Infrastructure	Submersions côtières et inondations intérieures	Domages aux résidences et aux bâtiments causés par les submersions côtières et les inondations intérieures*
	Détérioration des routes	Domages aux routes causés par le réchauffement, les cycles de gel et de dégel et les précipitations plus extrêmes
	Détérioration des chemins de fer	Flambage des voies causé par une température excédant les paramètres de conception
	Retards sur le réseau routier	Perte de productivité dans le secteur des transports attribuable aux perturbations de la chaîne d'approvisionnement sous l'effet de la détérioration des routes
	Retards sur le réseau ferroviaire	Perte de productivité dans le secteur ferroviaire attribuable aux perturbations de la chaîne d'approvisionnement sous l'effet de la détérioration des voies ferrées
	Bris de l'infrastructure électrique	Bris de l'infrastructure de transport et de distribution d'électricité causés par le réchauffement et les changements dans les précipitations
	Demande d'électricité	Hausse des coûts de climatisation attribuable à l'augmentation de la demande en raison du réchauffement de l'air
	Ressources d'hydroélectricité	Effets sur la production d'hydroélectricité des changements dans les précipitations et la fonte des neiges
Infrastructures du Nord	Fonte du pergélisol	Domages aux aéroports, aux routes et aux bâtiments causés par la fonte du pergélisol
Santé	Décès prématurés	Diminution de la population active à cause des décès prématurés engendrés par la chaleur extrême et les effets du réchauffement sur la concentration d'ozone troposphérique
	Maladies	Augmentation des coûts en santé sous l'effet de la chaleur extrême, de la propagation de la maladie de Lyme, et de l'appauvrissement de la qualité de l'air
	Productivité du travail	Baisse de la productivité du travail à cause de la chaleur extrême
Catastrophes	Catastrophes météorologiques	Domages aux résidences, aux bâtiments et à l'infrastructure et hausse des dépenses gouvernementales attribuables aux feux incontrôlés, aux tempêtes de verglas, aux inondations catastrophiques et à d'autres phénomènes extrêmes

Thème	Facette des changements climatiques	Description des coûts et bénéfices économiques
Agriculture	Agriculture	Hausse ou baisse du rendement agricole causée par le réchauffement et les changements dans les précipitations
Foresterie	Foresterie	Diminution du volume des récoltes de bois d'œuvre causée par le réchauffement et les changements dans les précipitations
Tourisme	Tourisme	Hausse des arrivées de touristes internationaux avec le réchauffement des températures saisonnières

* Les dommages aux résidences et aux bâtiments causés par les submersions côtières et les inondations intérieures excluent les inondations catastrophiques, qui entrent dans la catégorie « catastrophes météorologiques ».

tez le rapport technique qui accompagne le présent document (Navius Research et Institut climatique du Canada, 2022).

Recensement des facettes des effets des changements climatiques

Nous avons cerné 16 facettes des effets des changements climatiques qui pourraient entraîner des coûts et bénéfices économiques majeurs pour le Canada. Toutefois, notre liste ne constitue en fin de compte que la partie visible de l'iceberg : le réchauffement et la déstabilisation du climat causeront bien d'autres coûts économiques.

Dans son rapport *La pointe de l'iceberg*, le premier de la série Coûts des changements climatiques, l'Institut climatique du Canada a passé en revue le bassin actuel de connaissances sur la portée et l'ampleur potentielles des coûts et bénéfices économiques des changements climatiques pour le Canada. Le rapport soulignait que les dommages toucheront l'ensemble de l'économie canadienne et que, sans adaptation, ils s'aggraveront avec le temps. (Sawyer et coll., 2020).

Nous nous sommes penchés en priorité sur 16 facettes (tableau 1) pour approfondir les coûts et bénéfices, et avons finalement intégré ces derniers dans un modèle macroéconomique de l'économie des provinces et territoires canadiens. Nos choix visaient à produire l'estimation la plus vaste possible des résultats économiques actuellement quantifiables à l'aide des données, méthodes et modèles existants.

Les facettes priorisées représentent un risque économique majeur pour le Canada, mais ce n'est que la partie visible du véritable iceberg que forment les effets économiques à prévoir (figure 2). La facture d'autres conséquences difficiles à mesurer, comme les répercussions sur la productivité ou les coûts du traitement des maladies mentales exacerbées par les changements climatiques, pourrait venir éclipser celle des maladies engendrées par les conditions climatiques (Clark et coll., 2021).

Étant donné que le Canada est fortement intégré à l'économie mondiale, le pays pourrait subir les contre-coups économiques et sociétaux dévastateurs des troubles climatiques éclatant ailleurs sur la planète – effondrement d'écosystèmes, guerres, famines, montée de l'extrémisme politique et de l'autoritarisme. Il suffit de penser à la crise de la COVID-19, ou aux conflits exacerbés

par le climat en Syrie et au Mali (Eyzaguirre et coll., 2021), pour se faire une idée de l'ampleur, de la complexité et de l'imprévisibilité de ces risques.

Quantification des effets des changements climatiques et des mesures d'adaptation

Nous avons quantifié les coûts et bénéfices économiques potentiels pour les 16 facettes des effets des changements climatiques. Nous avons projeté tout un éventail de conditions climatiques possibles en partant de deux scénarios d'émissions mondiales, que nous avons ajustés selon sept modèles climatiques pour un total de 14 scénarios. Nous avons également évalué l'effet atténuateur que peuvent avoir les adaptations sanitaires et infrastructurelles de nature proactive sur les dommages économiques.

Nos analyses partent de deux modélisations des émissions potentielles de GES à l'échelle planétaire. Notre « scénario d'émissions modérées » reflète généralement les politiques de réduction des GES annoncées dans le monde en 2020, qui se traduiraient par un réchauffement climatique d'environ 2,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels (et de 4,0 °C pour le Canada, le pays se réchauffant plus vite que la moyenne mondiale) d'ici la fin du siècle. Notre « scénario d'émissions élevées » représente un avenir où les émissions planétaires de GES continuent de croître au même rythme qu'en 2020, entraînant un réchauffement d'environ 4 °C à l'échelle mondiale et de 7,5 °C pour le Canada d'ici la fin du siècle (encadré 2).

Pour comprendre à quoi ressemblerait le climat du pays d'après ces deux grands scénarios d'émissions planétaires, nous avons choisi sept modèles climatiques mondiaux distincts. Les modèles climatiques mondiaux font une projection de l'évolution des conditions climatiques partout sur le globe, et les modèles



Juillet 2020 : Campement de sans-abri dans le parc Strathcona à Vancouver.

Figure 2 : L'iceberg des coûts climatiques

Les changements climatiques amplifient les catastrophes climatiques existantes et en créent de nouvelles, mettant en péril la prospérité et le bien-être des habitants du Canada. Nous pouvons estimer certains de ces risques et leurs coûts potentiels pour les ménages, les entreprises, les communautés et l'économie dans son ensemble, mais ce que nous pouvons mesurer jusqu'à présent n'est que la partie émergée de l'iceberg : de nombreux autres risques se cachent sous la surface. Les gouvernements doivent s'attaquer aux risques que nous comprenons tout en cherchant à mieux comprendre et prévoir tous les risques que nous ne connaissons pas encore.

RISQUES DÉJÀ CONNUS dont nous pouvons estimer l'ampleur des répercussions et des coûts

Dommages directs par la chaleur, les inondations et la fonte du pergélisol aux infrastructures vitales (routes, voies ferrées, réseaux électriques, bâtiments...).

Coûts des répercussions climatiques sur la santé (exposition à la chaleur, mauvaise qualité de l'air...).

Coûts de premier ordre des retards et pannes épongés par les exploitants et les utilisateurs principaux des infrastructures essentielles (systèmes de transport, d'énergie et de communication...).

Diminution de la productivité économique en raison de la fréquence des pannes d'infrastructures essentielles dues aux conditions météorologiques

RÉPERCUSSIONS CLIMATIQUES ENTREVUES POUR LE CANADA mais dont nous ne pouvons pas encore calculer la portée et l'ampleur

Coûts des conditions exacerbées de façon complexe par les changements climatiques, comme les maladies mentales.

Effets des changements imprévisibles dans les précipitations, les vents et la couverture nuageuse sur la production d'électricité renouvelable.

Effets dominos sur de multiples infrastructures et systèmes sociaux (pannes de courant fréquentes entraînant l'interruption des services de santé, bris du réseau routier bloquant les intervenants d'urgence...).

RISQUES POUVANT AVOIR DES RÉPERCUSSIONS MAJEURES dans le cadre d'interactions et de processus complexes et très difficiles à prédire

Migration et conflits internationaux exacerbés par le climat créant une instabilité géopolitique et économique mondiale.

Détérioration ou effondrement d'écosystèmes assurant des services écologiques vitaux ou sous-tendant l'activité économique canadienne.

Perturbations de la chaîne d'approvisionnement mondiale nuisant à la sécurité alimentaire et à l'accès à l'eau ainsi qu'à la continuité des activités pour les entreprises canadiennes.

Effets dominos pouvant déstabiliser fondamentalement ou irréversiblement les institutions et les écosystèmes mondiaux.

climatiques produits par différents centres de recherche prédisent différentes conditions climatiques pour les mêmes émissions, prévisions qui sont toutes plausibles (Données climatiques Canada, s.d.). C'est une pratique éprouvée, dans l'évaluation de l'effet des changements climatiques, que d'utiliser plusieurs modèles afin de tenir compte de tout l'éventail des avenir plausibles.

Nous avons obtenu des projections des températures et précipitations jusqu'en 2095 pour chacun des sept modèles climatiques mondiaux. Ces projections, fournies par le Centre canadien des services climatiques, ont été rapportées à plus petite échelle par

le Pacific Climate Impacts Consortium sur une grille d'environ 10 kilomètres par 10 kilomètres pour l'ensemble du territoire canadien (PCIC, 2019).

Nous avons utilisé ces projections climatiques « haute résolution » pour estimer les effets des changements climatiques sur les infrastructures, les populations et l'activité économique à travers le pays. Par exemple, nous avons pu modéliser l'évolution du nombre d'épisodes de gel/dégel pour chaque tronçon de route et d'autoroute du pays, ou encore le nombre de jours par année où les températures maximales journalières dépassent le seuil de danger pour la santé dans chaque grande agglomération canadienne.



Smog matinal sur la ville de Hamilton, en Ontario.

BOX 2

Projection de l'avenir climatique du Canada dans un monde incertain

De nombreux pays, dont le Canada, se sont engagés dans l'Accord de Paris non seulement « [à contenir] l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C [et à poursuivre] l'action menée pour limiter l'élévation de la température à 1,5 °C », mais aussi à être de plus en plus ambitieux sur ce plan. Toutefois, les politiques et actions mises en application jusqu'à présent par les gouvernements du monde entier (officialisées par leur contribution déterminée au niveau national en date de décembre 2021) devraient mener, selon les estimations, à un réchauffement d'environ 2,4 °C (Climate Action Tracker, 2021). En outre, les émissions planétaires réelles continuent d'augmenter et nous dirigeant vers un réchauffement d'au moins 4 °C.

Dans l'analyse présentée ici, les scénarios d'émissions reflètent les deux possibilités ci-dessus. Nos modélisations sont basées sur les profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) employés dans le cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) : notre scénario d'émissions modérées correspond au scénario RCP 4.5 et notre scénario d'émissions élevées au scénario RCP 8.5, lesquels se traduisent par un réchauffement prévu d'environ 2,5 et 4,5 °C respectivement (Moss et coll., 2010).

Ces derniers mois, les gouvernements ont pris de nouveaux engagements en matière de réduction des émissions et autres mesures pouvant limiter le réchauffement climatique à 2 °C ou moins. Au moment de notre analyse, la modélisation de l'effet de ces engagements (le sixième rapport d'évaluation du GIEC) n'était pas encore disponible et n'existe sous forme détaillée pour le Canada que depuis décembre 2021. Néanmoins, le scénario d'émissions modérées utilisé tout au long de la série Coûts des changements climatiques dépeint un avenir très plausible auquel le Canada doit être prêt à s'adapter, un avenir dans lequel les pays atteignent leurs objectifs de réduction actuels, mais sans les dépasser ni les actualiser. Le scénario d'émissions élevées, lui, sert à illustrer les conséquences néfastes de la poursuite de la croissance des émissions planétaires au rythme actuel.

Il demeure impératif que notre pays et le reste du monde fassent tout leur possible pour respecter l'Accord de Paris. Si nous y arrivons, les dommages économiques à long terme des changements climatiques pour le Canada seront légèrement inférieurs à nos estimations dans le scénario d'émissions modérées. Toutefois, nos conclusions pour cette hypothèse forment quand même des repères utiles en ce qui concerne les types d'effets que le pays connaîtra jusqu'au milieu du siècle, car les changements climatiques qui s'annoncent au cours de cette période seront surtout le résultat des émissions qui ont déjà eu lieu, plutôt que de celles encore à venir.

Enfin, si les scénarios du GIEC décrivent également diverses trajectoires socioéconomiques et démographiques à l'échelle mondiale qui devraient conduire aux émissions prévues pour chaque profil représentatif d'évolution de concentration, notre modélisation a utilisé des scénarios socioéconomiques plus précis basés sur les projections de croissance économique et démographique communément utilisées au Canada ainsi que trois hypothèses différentes sur la croissance des actifs, comme il est expliqué ci-dessous.

Nous avons produit une estimation détaillée des coûts potentiels dans trois catégories – santé, infrastructure, infrastructures du Nord – qui a servi de base à trois de nos rapports subséquents dans la série Coûts des changements climatiques :

- ▶ **Les coûts des changements climatiques pour la santé** quantifie les coûts potentiels pour le système de santé et la perte de productivité du travail en raison des maladies et décès prématurés causés par la chaleur et le déclin de la qualité de l'air dans les villes (Clark et coll., 2021);
- ▶ **Submergés : les coûts des changements climatiques pour l'infrastructure au Canada** analyse le coût direct potentiel des dommages aux biens engendrés par les inondations de plus en plus fréquentes et des dommages aux infrastructures causés par le réchauffement planétaire (Ness et coll., 2021);
- ▶ **Plein Nord : faire face aux coûts des changements climatiques pour les infrastructures du Nord** évalue combien les dommages causés aux routes, aéroports, habitations et autres bâtiments par la fonte du pergélisol coûtent aux gouvernements et aux collectivités (Clark et coll., 2022).

Chaque rapport fait la description en détail de nos méthodes et de nos constats.

Nous avons effectué des évaluations complémentaires de l'effet des catastrophes météorologiques sur les infrastructures et de l'évolution des températures et des précipitations sur la productivité agricole, le volume des récoltes de bois d'œuvre et les arrivées de touristes, le tout dans le seul but d'alimenter en données la modélisation macroéconomique qui fait l'objet du présent rapport.

- ▶ En ce qui concerne les catastrophes météorologiques, nous avons projeté le montant des dommages potentiels causés par les phénomènes météorologiques extrêmes futurs – on entend par là les inondations, feux incontrôlés et tempêtes causant ce qui est rapporté comme des pertes catastrophiques par le Bureau d'assurance du Canada – en extrapolant la tendance haussière dans les données historiques du coût des catastrophes ainsi qu'en échelonnant cette croissance future en fonction de la gravité des changements prévus par chaque modèle climatique et scénario d'émissions. Nous avons attribué les coûts à chaque province et territoire en fonction de la répartition régionale antérieure des catastrophes, et avons retiré le montant des inondations déjà prises en compte dans l'analyse *Submergés* pour éviter de les comptabiliser en double.
- ▶ Pour l'agriculture, nous avons obtenu les estimations du rendement du blé de printemps, du canola, du maïs et du soja au Canada tirées des modèles d'Agriculture et Agroalimentaire Canada en vue de créer des projections quant à la productivité du secteur agricole pour chaque scénario climatique du modèle macroéconomique (Jing et coll. 2017; Qian et coll., 2019).
- ▶ Pour la foresterie, nous nous sommes servis des estimations de la relation entre le volume de bois sur pied et le réchauffement des températures provenant des études du Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada (Boucher et coll., 2018) pour estimer les ressources à dispo-

sition du secteur forestier dans chaque scénario climatique du modèle macroéconomique.

- ▶ Enfin, pour le tourisme, nous avons appliqué le modèle d'Hamburg Tourismus (Hamilton et coll., 2005), un modèle économétrique de la relation entre le climat et les flux touristiques internationaux. Il nous a servi à estimer la variation dans les arrivées de touristes étrangers au Canada en fonction des températures projetées pour chaque scénario climatique, et donc à ajuster le montant des dépenses touristiques dans le modèle macroéconomique.

Pour évaluer les avantages nets probables de l'adaptation proactive, nous avons examiné les coûts et les avantages qui découlent de certaines mesures proactives relevées dans les analyses de nos rapports *Les coûts des changements climatiques pour la santé*, *Submergés* et *Plein Nord*. Nombre d'autres mesures d'adapta-

tion peuvent être prises pour réduire les dommages et leur facture dans les 16 facettes économiques que nous avons analysées, mais estimer les coûts et bénéfices qui en découlent n'est pas chose aisée en raison du manque d'études et de données sur leur efficacité. Nous nous sommes donc concentrés sur les mesures d'adaptation qui ont déjà fait l'objet d'études et peuvent être appliquées pour atténuer certaines des facettes des répercussions climatiques les plus importantes parmi celles que nous avons cernées.

Le tableau 2 résume les résultats de nos analyses ascendantes, dont les scénarios d'adaptation.

On trouvera de plus amples détails sur nos méthodes et résultats pour ces analyses ascendantes dans le rapport technique accompagnant ce document (Navius et Institut climatique du Canada, 2022) et dans les rapports précédents de la série *Coûts des changements climatiques*.



Des balles de foin flottent dans un champ de maïs inondé dans le comté de Colchester, en Nouvelle-Écosse, en 2014.

Tableau 2. Constats principaux de l'analyse ascendante

Facette des changements climatiques	Coûts et bénéfices projetés (scénarios d'émissions élevées)	Constats sur l'adaptation
Infrastructure		
Submersions côtières et inondations intérieures	Les dommages des submersions côtières pourraient augmenter de 1 milliard de dollars par an, et ceux des inondations intérieures, de 13 milliards.	L'installation proactive de protections côtières pourrait réduire le coût net des submersions côtières de 90 %. Les bénéfices d'une adaptation aux inondations intérieures à grande échelle sont difficilement quantifiables.
Détérioration des routes	L'endommagement et la détérioration supplémentaires des routes pourraient coûter 12 milliards de dollars par an.	L'adaptation proactive (utilisation de matériaux adaptés au climat futur) pourrait éliminer les coûts, voire engendrer des bénéfices nets modestes.
Retards sur le réseau routier	Les retards dans le transport des marchandises et des passagers sur le réseau routier pourraient coûter 2 milliards de dollars par an.	L'adaptation proactive pourrait réduire les coûts des retards liés à l'entretien et aux réparations de 92 %.
Détérioration des chemins de fer	L'endommagement accru des chemins de fer pourrait coûter 60 millions de dollars par an.	L'installation proactive de capteurs de température pour isoler les segments vulnérables des voies ferrées pourrait réduire les coûts de 98 %.
Retards sur le réseau ferroviaire	Le retardement des trains de marchandises et de passagers pourrait coûter 4 milliards de dollars par an.	L'installation proactive de capteurs de température pour cibler les ordonnances de vitesse pourrait réduire les coûts des retards de 92 %.
Bris de l'infrastructure électrique	Les bris de l'infrastructure électrique pourraient coûter 4 milliards de dollars par an.	L'investissement dans la résilience de l'infrastructure électrique pourrait réduire les coûts de 77 %.
Demande d'électricité	Les effets nets de la baisse du chauffage et de la hausse de la climatisation pourraient faire augmenter la consommation nationale annuelle d'électricité de 4 %, ce qui pourrait requérir 5,3 milliards de dollars de plus par an en dépenses d'infrastructure et de fonctionnement.	S. O.
Ressources d'hydroélectricité	La production annuelle d'électricité des grandes provinces hydroélectriques pourrait diminuer de 7 % ou augmenter de 35 %.	S. O.

Facette des changements climatiques	Coûts et bénéfices projetés (scénarios d'émissions élevées)	Constats sur l'adaptation
Infrastructures du Nord		
Fonte du pergélisol	<p>Les coûts de réparation et de remplacement des routes dans le Nord approchent 200 millions de dollars par an.</p> <p>Les dommages annuels aux aéroports septentrionaux excèdent la barre des 10 millions.</p> <p>Les dommages aux bâtiments augmentent de 200 millions de dollars par an.</p>	L'adaptation proactive pourrait dans certains scénarios réduire les coûts nets des dommages de 30 %.
Santé		
Décès prématurés	<p>La concentration élevée d'ozone troposphérique pourrait entraîner 40 000 décès prématurés de plus par an.</p> <p>La chaleur, elle, pourrait en entraîner encore 2 500 de plus.</p>	S. O.
Maladies	<p>La concentration élevée d'ozone troposphérique pourrait augmenter les coûts en santé de 1,5 milliard de dollars par an.</p> <p>Les maladies liées à la chaleur pourraient augmenter les coûts annuels en santé de 400 millions de dollars.</p> <p>La propagation de la maladie de Lyme pourrait quant à elle augmenter ces coûts de 270 millions de dollars.</p>	S. O.
Productivité du travail	La perte de productivité causée par la chaleur pourrait entraîner des pertes annuelles de 15 milliards de dollars.	L'installation de dispositifs d'ombrage pour refroidir 50 % des usines réduirait la perte totale de productivité du travail de 12 %.
Catastrophes		
Catastrophes météorologiques	L'intensification continue de la fréquence, de l'ampleur et des effets des catastrophes climatiques pourrait engendrer des dommages et des coûts de 54 milliards de dollars par an.	S. O.

Facette des changements climatiques	Coûts et bénéfices projetés (scénarios d'émissions élevées)	Constats sur l'adaptation
Agriculture		
Rendement agricole	Le rendement moyen sur cinq ans des principales cultures est très variable : il pourrait augmenter de 80 %, ou diminuer de 30 %. Le rendement moyen augmente généralement avec le réchauffement à la fin du siècle.	S. O.
Foresterie		
Volume des récoltes de bois d'œuvre	Les récoltes de bois d'œuvre dans les grandes provinces forestières pourraient diminuer de 30 %.	S. O.
Tourisme		
Arrivée de touristes	La quantité de touristes internationaux pourrait augmenter de 130 %.	S. O.

Estimation des effets macroéconomiques

Nous avons modélisé l'économie dans son ensemble pour évaluer différents avenir découlant des changements climatiques en faisant varier des indicateurs macroéconomiques comme le PIB réel et ses principales composantes (dépenses publiques, consommation des ménages, exportations, importations, investissement). Nous avons également évalué d'autres sphères macroéconomiques comme l'emploi, les répercussions régionales et sectorielles, et les effets stratifiés par tranche de revenu des ménages.

Pour simuler l'effet des changements climatiques sur l'économie du Canada dans cette analyse globale, nous avons employé une version modifiée du modèle macroéconomique de Navius Research, gTech. Il s'agit d'un modèle d'équilibre général calculable qui simule l'activité économique dans les dix provinces et trois territoires canadiens ainsi qu'aux États-Unis (Navius Research et Institut climatique du Canada, 2022). Nous avons apporté quelques modifications importantes à

gTech aux fins de notre analyse, notamment pour étendre son horizon temporel à 2095.

Nous avons intégré au modèle les coûts et bénéfices relevés pour les 16 facettes des effets des changements climatiques, puis avons rapporté les résultats de manière ascendante aux deux scénarios d'émissions et sept modèles climatiques mondiaux. Pour chacun des 14 scénarios résultants, nous avons également simulé trois scénarios de croissance des actifs afin de tester la sensibilité de l'économie en regard de différentes hypothèses sur la valeur des actifs dans un climat changeant. Nous avons ensuite simulé des scénarios avec et sans mesures d'adaptation proactives pour toutes les combinaisons.

Nous en arrivons donc à un total de 84 scénarios (deux scénarios d'émissions planétaires, multipliés par sept modèles climatiques à échelle réduite, multipliés par trois scénarios de croissance des actifs, multipliés par deux scénarios d'adaptation) que nous avons comparés chacun à un scénario de référence où le climat serait stable afin de faire ressortir les effets graduels des changements clima-

tiques. Ce scénario de référence correspond, implicitement, aux projections macroéconomiques à long terme typiques, soit une simple extrapolation des données historiques autres que les projections démographiques. Comme nous le verrons plus loin, ce procédé entraîne de graves omissions et lacunes, car la facture des changements climatiques a des répercussions importantes sur les projections macroéconomiques à long terme².

Le point de départ de tous les scénarios, y compris celui de référence, est la structure économique qui existait en 2015, selon ce que rapporte Statistique Canada. Il suppose que les relations et la structure économiques de 2015 reflètent les effets des changements climatiques à l'époque. Les simulations du modèle macroéconomique débutent donc à cette année de référence, puis progressent par incréments de 10 ans jusqu'à 2095, moyennant un taux de croissance économique annuelle d'environ 1,7 % pour le pays³. Partir de ce point dans notre analyse des scénarios nous a permis d'observer les effets des changements climatiques sur la macroéconomie dans le passé immédiat à travers les résultats pour 2015-2025.

Pour le scénario de référence, plus aucun changement climatique n'a été simulé au-delà de 2015. Pour certaines facettes, notamment les catastrophes météorologiques, nous avons déduit les dommages en date de 2015 d'une projection des dommages futurs afin d'isoler toute répercussion s'ajoutant à ce qui a été observé à ce jour.

En plus de modéliser l'économie des provinces et territoires canadiens, le modèle gTech représente l'économie des États-Unis dans sa totalité, commerce bilatéral compris. Afin de refléter l'évolution potentielle des échanges avec notre principal partenaire commercial ainsi que de la structure économique de notre pays lui-même suivant l'évolution du climat, nous avons aussi modélisé les effets macroéconomiques des change-

ments climatiques sur l'économie des États-Unis. Nous avons adapté les résultats de Hsiang et coll. (2017), qui ont évalué les effets sur le PIB américain de toute une gamme de scénarios climatiques semblables aux nôtres pour le Canada. Cette incorporation des effets climatiques aux États-Unis dans notre analyse la rend plus apte à en illustrer les contrecoups financiers sur le cours du commerce. En l'absence d'ajustement, les dommages climatiques au Canada se feraient plus lourds si la balance des échanges se mettait à pencher en faveur de nos voisins du Sud. Nous n'avons pas modélisé les autres effets du commerce mondial, car cela aurait nécessité une modélisation économique distincte. Cependant, nous sommes convaincus que les effets commerciaux les plus notables sont pris en compte, étant donné la place qu'occupe la relation d'affaires canado-américaine.

Les coûts et bénéfices pour les 16 facettes des effets des changements climatiques ont été traduits dans le modèle macroéconomique sous forme d'effets directs et indirects.

Les **EFFETS DIRECTS** s'intègrent dans le modèle gTech de trois façons :

1. **Les changements du côté des actifs physiques et des facteurs de production ont une influence tantôt positive, tantôt négative sur la productivité et la production.** Au chapitre de la productivité, les effets sont généralement dommageables parce qu'il en coûte plus cher de créer chaque nouvelle unité de production. Les effets climatiques mènent à la mise hors service prématurée du capital productif ou alourdissent le coût d'exploitation de ce même capital, par exemple quand il se produit des inondations intérieures. Dans un cas comme dans l'autre, cette accélération de la dépréciation et cet accroissement des coûts minent la productivité globale. Les actifs touchés sont généralement les résidences, les

² À noter que les scénarios de croissance des actifs ne servent qu'à mettre à l'échelle les actifs à risque dans les scénarios modélisant les effets des changements climatiques. Les hypothèses de croissance des actifs n'ont pas d'influence sur le scénario de référence dans le cadre de notre analyse.

³ Nos hypothèses de croissance macroéconomique sont éclairées par les données du Bureau du directeur parlementaire du budget (2019). Nous avons supposé une croissance de 1,7 %, mais le taux précis n'a pas tant d'importance. En gros, ce qui nous intéresse, ce sont les répercussions des changements climatiques relativement au scénario de référence (soit la différence entre l'impact climatique et le cas de référence). Les auteurs de projections macroéconomiques à long terme qui voudront supposer d'autres taux de croissance par rapport au statu quo, comme 1,5 ou 2 %, pourront le faire et ajuster les taux de manière à quand même refléter les constats de notre étude.

commerces ainsi que les infrastructures de transport et d'électricité. La hausse du mercure modifie la période de végétation et le rendement des cultures, et du coup, le niveau de la production agricole.

2. La fluctuation du bassin de ressources nuit à la création de valeur.

Les changements climatiques influent sur la quantité de ressources pouvant alimenter la production; or, qui dit diminution du bassin de ressources dit baisse de la production (et vice versa). Cet amenuisement, dû aux conditions climatiques, touche aussi la main-d'œuvre (en raison de la mortalité prématurée causée par la chaleur) ainsi que la quantité de bois récoltable.

3. L'offre et la demande peuvent augmenter ou diminuer.

Les changements climatiques peuvent entraîner tantôt l'accroissement, tantôt la diminution de la demande pour un bien ou un service donné. Pensons notamment à l'augmentation des arrivées de touristes, qui reviennent essentiellement à une exportation. On peut aussi s'attendre à un accroissement net de la demande en électricité avec la hausse des températures, car l'intensification de la climatisation en été l'emporte sur la baisse du chauffage en hiver.

Là où les **EFFETS INDIRECTS** modifient les prix sur le marché, les effets indirects se répercutent dans toute l'économie. Ils touchent par exemple la chaîne d'approvisionnement (puisque'elle subit les coûts), les niveaux de revenus et les schémas d'investissement, et finissent par réduire la demande en biens et services. On observe trois canaux indirects dans le modèle gTech :

1. La demande s'intensifiera dans le milieu de la construction vu tout ce qu'il y aura à reconstruire et à réparer.

Dans le cas des phénomènes météorologiques extrêmes, par exemple, les ménages et entreprises devront utiliser leurs ressources limitées pour réparer, remplacer ou entretenir plus fréquemment les infrastructures endommagées. Cela alimentera la demande en

services de construction, gonflant du même coup les revenus et la demande de main-d'œuvre, mais viendra aussi ronger la richesse et le bien-être dans leur ensemble, car ces dépenses forcées ne serviront qu'à rétablir ce qui a été perdu à cause des changements climatiques.

2. Les coûts dans la chaîne d'approvisionnement augmenteront de manière générale.

Les coûts indirects peuvent se manifester un peu partout dans cette chaîne; pensons aux ralentissements dans l'acheminement routier et ferroviaire des marchandises qui font grimper le coût des intrants pour les autres entreprises, lesquelles voient alors leur productivité baisser en raison de cette hausse des coûts.

3. Les impôts s'alourdiront pour payer les dommages, tandis que les recettes s'amenuiseront en raison du ralentissement de l'économie.

Du côté des recettes publiques, comme la croissance économique sera ralentie par les dommages climatiques, les recettes fiscales à tirer des particuliers et des entreprises vont s'amenuiser. Du côté des dépenses, la demande va s'intensifier avec la reconstruction et la réparation des infrastructures endommagées : il y aura des dommages à couvrir pour les entreprises et les ménages en application, par exemple, des Accords d'aide financière en cas de catastrophe (AAFCC), et de plus en plus de services de santé à fournir avec la prévalence croissante des maladies et des hospitalisations. Les administrations publiques devront trouver le moyen de composer avec la contraction de l'assiette fiscale et la hausse des dépenses : compressions dans les services, augmentation des impôts, creusement du déficit... Dans nos scénarios, nous configurons le modèle gTech pour qu'il augmente de manière endogène les taux d'imposition afin de combler les écarts budgétaires.

Le tableau 3 montre comment les 16 facettes se traduisent dans le modèle macroéconomique.

Tableau 3. Modélisation des facettes et traduction dans le modèle macroéconomique

Facette des changements climatiques	Traduction dans le modèle macroéconomique
Infrastructure	
Submersions côtières et inondations intérieures	Hausse des dépenses des ménages (consommation) et du secteur commercial (investissement) pour réparer les propriétés et les biens endommagés, traitée comme une consommation de services de construction.
Détérioration des routes	Hausse des dépenses gouvernementales dans la construction routière, compensée par une augmentation de l'impôt sur le revenu des entreprises et des particuliers.
Retards sur le réseau routier	Baisse de la productivité dans les secteurs du camionnage, du transport de marchandises et des autres services de transport routier.
Détérioration des chemins de fer	Baisse de la productivité dans le secteur ferroviaire.
Retards sur le réseau ferroviaire	
Transport et distribution d'électricité	Baisse de la productivité du secteur de l'électricité.
Demande d'électricité	Changements dans la consommation d'énergie pour chauffer et climatiser les bâtiments résidentiels et commerciaux.
Ressources d'hydroélectricité	Hausse de la productivité du secteur de l'électricité.
Infrastructures du Nord	
Fonte du pergélisol	<p>Hausse des dépenses fédérales dans la construction, compensée par une augmentation de l'impôt sur le revenu des entreprises et des particuliers (dommages aux routes et aux aéroports).</p> <p>Hausse des dépenses des ménages et du secteur commercial pour réparer les biens endommagés, traitée comme une consommation de services de construction (dommages aux bâtiments).</p>
Santé	
Décès prématurés	Raréfaction de la main-d'œuvre à tous les niveaux de formation à cause des décès prématurés. La différence est de dix fois l'ordre de grandeur entre les indicateurs de la volonté de payer pour éviter les risques de décès prématurés et l'approche par capitaux fondée sur le marché qui doit nécessairement être adoptée pour assurer la cohérence avec la comptabilité macroéconomique nationale.
Maladies	Hausse des dépenses gouvernementales en santé, compensée par une augmentation de l'impôt sur le revenu des entreprises et des particuliers.

Facette des changements climatiques	Traduction dans le modèle macroéconomique
Santé	
Productivité du travail	Baisse de la productivité dans les secteurs touchés par la chaleur extrême.
Catastrophes météorologiques	
Catastrophes météorologiques	Hausse des dépenses qu'engagent les gouvernements, les ménages et le secteur privé pour réparer les propriétés et les biens endommagés, traitée comme une consommation de services de construction. Les dépenses gouvernementales sont compensées par une augmentation de l'impôt sur le revenu des entreprises et des particuliers.
Agriculture	
Rendement agricole	Hausse (ou baisse) de la productivité des cultures principales, modélisée comme une réduction (ou une augmentation) des intrants économiques par unité d'extrait.
Foresterie	
Volume des récoltes de bois d'œuvre	Baisse de la disponibilité des ressources de bois d'œuvre, modélisée comme une réduction des volumes d'expédition et des stocks.
Tourisme	
Tourisme international	Hausse de la demande internationale de services touristiques (services, nourriture, voyages en avion, véhicules).



Remarques

La présente analyse quantifie les effets macroéconomiques des principaux coûts et bénéfiques des changements climatiques pour l'économie canadienne. Étude la plus complète en son genre au pays, elle a nécessité l'élaboration de nouvelles méthodes et approches. Mais si elle amène de nouvelles perspectives, elle a également ses limites. Une mise en garde s'impose donc : la modélisation n'est en aucun cas une science divinatoire qui prédit l'avenir avec précision. C'est plutôt un outil qui donne un nouvel éclairage et facilite la compréhension de la dynamique des effets climatiques sur l'économie, et qui lance un signal d'alarme quant à l'ampleur des effets potentiels.

1. Les effets que nous estimons ne sont que la pointe de l'iceberg.

Notre analyse se concentre sur les risques et possibilités climatiques qui auront un effet considérable pour le Canada, mais il existe d'autres dommages notables qu'elle n'examine pas : dommages aux écosystèmes, érosion de la biodiversité, déclin de la santé mentale, etc. En outre, elle ne tient pas compte des risques qui peuvent avoir un effet majeur sur le pays, mais qui sont trop complexes et trop incertains pour être modélisés, comme les conflits géopolitiques ou l'effondrement des écosystèmes. Par conséquent, le lecteur doit considérer que nos constats ne dressent qu'un portrait incomplet de la situation, et que la nature et l'ampleur des effets climatiques pourraient dépasser de loin nos projections. Il faudra encore beaucoup de travaux et de données pour mettre en lumière toute la variabilité et l'étendue des répercussions potentielles pour le Canada. Cela dit, il ne faut pas pour autant attendre d'avoir parfaitement cerné les effets des changements climatiques pour prendre des mesures visant à les atténuer.

2. L'analyse se concentre sur les effets pris dans leur ensemble.

Bien que la section 3 approfondisse certaines implications de nature distributive, notre analyse

ne s'est pas intéressée de près à la question des populations dignes d'équité, dont la vulnérabilité socioéconomique est exacerbée par la perturbation du climat. En fin de compte, les effets distributifs pourraient être un aspect des plus importants à prendre en compte pour les gouvernements, en particulier lorsqu'il est question de concevoir et d'appliquer des plans d'adaptation aux changements climatiques et d'autres politiques sociales et économiques qui s'attaquent aux vulnérabilités systémiques.

3. L'estimation des avantages de l'adaptation est incomplète.

Comme les mesures d'adaptation n'ont été modélisées que pour un sous-ensemble des facettes étudiées, les avantages de ces mesures ne sont comparés que pour les facettes en question. Autrement dit, nous n'avons pas quantifié les bénéfices que rapporte l'adaptation pour chacun des effets climatiques évalués. Des travaux supplémentaires seront nécessaires pour saisir la totalité des avantages de l'adaptation.

4. L'analyse ne tient pas compte de toutes les interactions dans la transition vers la carboneutralité.

Notre rapport isole les répercussions macroéconomiques pour le Canada de la manifestation physique des changements climatiques. Mais en réalité, la situation sera influencée par d'autres dynamiques dans l'économie canadienne, dont les efforts de réduction ou de compensation des émissions de gaz à effet de serre. Bien que le scénario de référence de notre modélisation macroéconomique tienne compte de l'effet des politiques actuellement enchâssées dans les lois pour réduire les émissions au Canada, nous n'examinons pas explicitement les interactions avec d'autres changements induits par les politiques, par exemple :

a) **Changements structurels plus profonds amenés en partie par la transition vers la carboneutralité.** Ex. : si le réseau électrique

s'étend, il se peut que les effets climatiques sur ce secteur soient plus importants que ce qu'indique notre analyse.

b) Nouvelles politiques de croissance propre et carboneutre. Les politiques de réduction des émissions pourraient influencer (positivement ou négativement) sur les dommages causés par les changements climatiques. Ex. : Les effets progressifs potentiels des stratégies de tarification du carbone et politiques d'efficacité énergétique canadiennes (et leurs avantages particuliers pour les ménages à faible revenu) pourraient atténuer les manifestations physiques des changements climatiques pour les ménages.

Les travaux ultérieurs pourront examiner de manière plus explicite les interactions entre adaptation et atténuation, notamment pour voir quelles options politiques font baisser les émissions tout en renforçant la résilience.

5. L'incertitude augmente avec le temps dans nos simulations.

Notre modélisation des effets macroéconomiques des changements climatiques jusqu'en 2095 passe par plusieurs extrapolations, et l'incertitude s'accroît à mesure que l'on avance dans le temps. En effet, pour alimenter le modèle, il faut avancer des hypothèses quant à l'évolution de la démographie, de la structure économique, de la croissance des actifs et des poli-

tiques économiques, hypothèses de plus en plus difficiles à formuler à mesure que nous nous projetons dans l'avenir. L'incertitude prévaut également dans la modélisation du climat à l'échelle planétaire, par exemple dans la projection de la nature et de l'étendue des effets climatiques qu'auraient différentes concentrations d'émissions atmosphériques. Le processus de mise à l'échelle, soit la conversion des projections des modèles climatiques planétaires en données régionales et locales, introduit également une incertitude. Le choix des outils, que ce soit pour modéliser les effets physiques du climat sur des infrastructures ou un secteur économique donné, ou encore pour faire des simulations macroéconomiques, peut influencer les résultats. Nous avons effectué une analyse de sensibilité sur nos principales hypothèses et fait appel à plusieurs modèles climatiques mondiaux, mais une certaine incertitude quant aux effets climatiques et projections économiques à long terme reste inhérente à l'exercice.

Les travaux ultérieurs pourront explorer davantage de scénarios et actualiser ceux-ci au fil du temps à la lumière des nouvelles connaissances scientifiques et économiques ainsi que de l'évolution des politiques et de la trajectoire des émissions à l'échelle mondiale.

Vu les limites susmentionnées, il se pourrait bien que les effets macroéconomiques des changements climatiques au Canada ne se concrétisent pas comme dans nos projections.



QUANTIFICATION DE LA FACTURE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Selon toute attente, les changements climatiques plomberont de multiples pans de l'économie du Canada : ils ralentiront la création de richesse et l'activité économique tant au niveau national que sectoriel; grèveront les budgets publics; effriteront le revenu et le patrimoine des ménages; mineront la compétitivité du pays. Bref, c'est un frein à l'économie canadienne qui alourdira considérablement le coût de la vie pour la population.

Jusqu'où grimperont les coûts climatiques au Canada, et qui paiera la facture? Notre analyse révèle l'ampleur des dommages qui s'annoncent – tant pour l'économie canadienne dans son ensemble que pour les ménages en particulier. Deux concepts, le *frein* économique et la *vitre cassée*, sont essentiels pour comprendre nos constats, comme le montrera cette section.

Par des termes comme *frein*, *ralentissement* et consorts, on désigne les répercussions concrètes de la manifestation physique des changements climatiques sur la croissance de l'économie canadienne et la capacité de celle-ci à favoriser le bien-être de la population. Cela implique qu'en l'absence d'effets climatiques, la croissance de l'économie serait plus rapide, le revenu et la consommation des ménages plus élevés, l'investissement plus important, et l'exportation plus vigoureuse. L'effet cumulatif de cette

force de freinage qui s'exerce sur l'économie réduit donc considérablement nos perspectives de prospérité.

Le *sophisme de la vitre cassée* est utile pour dépasser les considérations macroéconomiques générales et mieux saisir les coûts des changements climatiques. Cette parabole nous enseigne que si l'activité économique visant à réparer ce qui a été endommagé prématurément peut sembler positive – de l'argent change de mains, des emplois sont créés et la production augmente –, elle est assortie d'un coût d'opportunité : plutôt que de contribuer à des issues bénéfiques comme la réalisation du potentiel productif ou la création de richesse, elle constitue un frein à la croissance et à la prospérité. Notre analyse révèle que les ménages du pays écoperont de manière disproportionnée pour les nombreuses vitres qui seront cassées par le réchauffement et la déstabilisation du climat.

Le ralentissement de la croissance, combiné à une hausse des coûts (y compris de l'impôt), aura de lourdes conséquences pour la prospérité de tout le monde au Canada : accroissement des prix, raréfaction des nouveaux emplois, grignotage progressif de l'épargne, hausse des coûts de réparation...

Bref, les dommages climatiques font rétrécir l'assiette économique et rendent le coût de la vie inabordable. L'économie s'adaptera et rebondira au fil du temps, certes, mais c'est le bien-être et la richesse de la population qui s'en trouvent les plus gravement grevés selon notre évaluation. Qui plus est, les ménages touchant un faible revenu ou résidant dans certaines régions du pays encaisseront une part disproportionnée des coûts climatiques.

Étendue et aggravation des dommages

Cette section donne un aperçu général de l'influence de chacune des 16 facettes des effets des changements climatiques sur la situation macroéconomique. Pour comprendre cette influence, nous avons appliqué le modèle macroéconomique à chaque facette afin d'isoler sa contribution au portrait global. Les principaux constats qui suivent cette section font état de l'effet combiné des 16 facettes sur l'ensemble de l'économie.

Les améliorations prévues du côté du tourisme étranger, de la production hydroélectrique et de la productivité agricole (qui est à l'origine du gain net le plus important) stimuleront l'activité économique. Toutefois, cela ne suffira pas à contrebalancer ni les désastres, ni les maladies et décès prématurés, fruits des conditions météorologiques et des inondations côtières et intérieures (figure 3), qui freineront l'économie et alourdiront le coût de la vie.

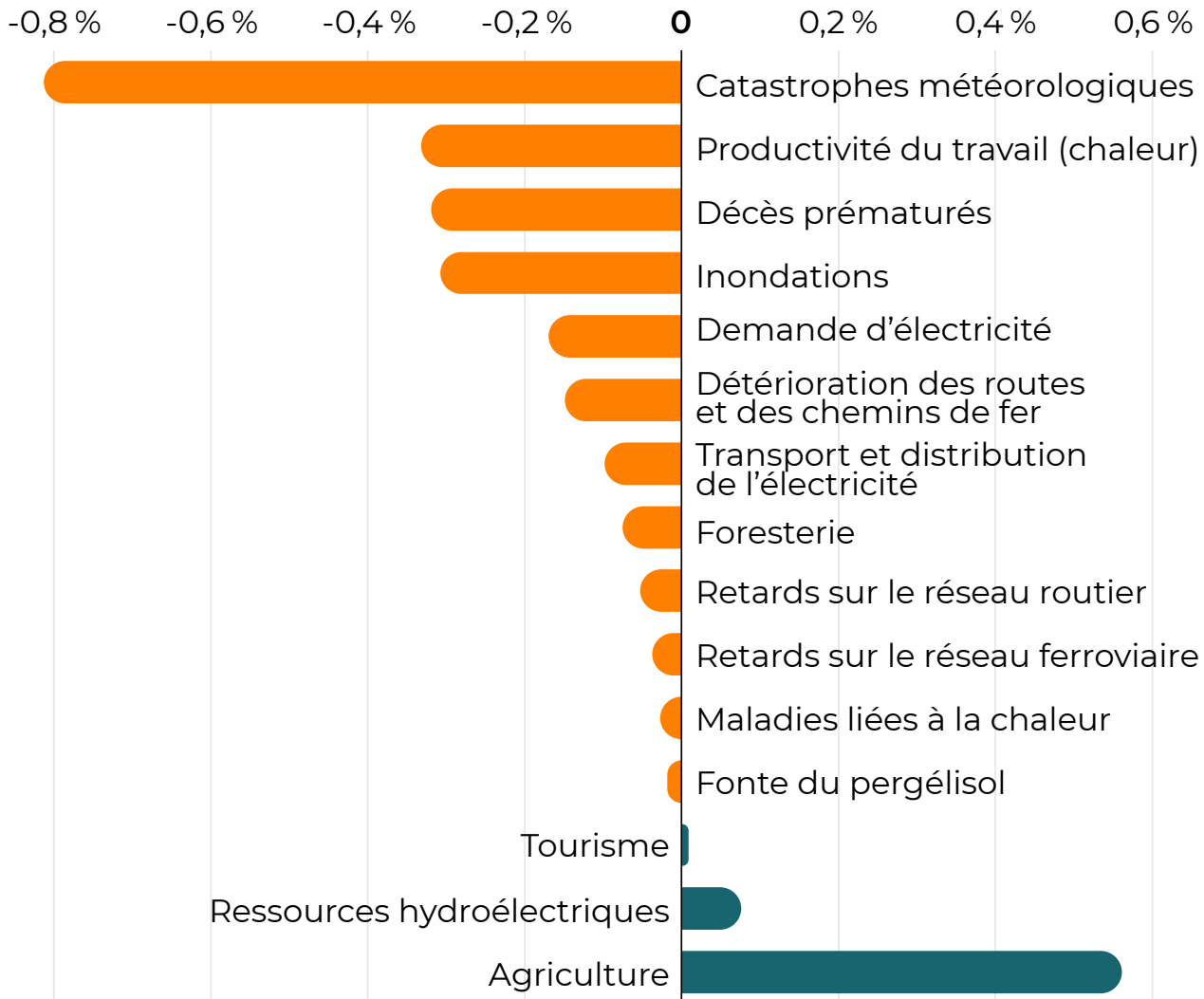
Plus précisément :

- **Les inondations et autres catastrophes météorologiques ne cesseront d'entraîner des dommages importants.** De tous les effets climatiques que nous avons évalués, ce sont les inondations côtières et intérieures et les autres catastrophes météorologiques qui inquiètent le plus la population du Canada. Celles-ci appauvrissent les ménages, détournent les ressources publiques – loin d'être infinies – qui iraient autrement aux services sociaux, et font chuter les revenus dans de nombreux secteurs économiques. Les dommages que provoquent les catastrophes climatiques érodent également le capital naturel et le bien-être personnel (ex. : en mettant à mal la



Figure 3 : D'ici le milieu du siècle, la plupart des secteurs essuieront une **perte de PIB réel par rapport au scénario de stabilité climatique.**

Pourcentage de différence dans le PIB dans un scénario d'émissions modérées par rapport au scénario de stabilité climatique



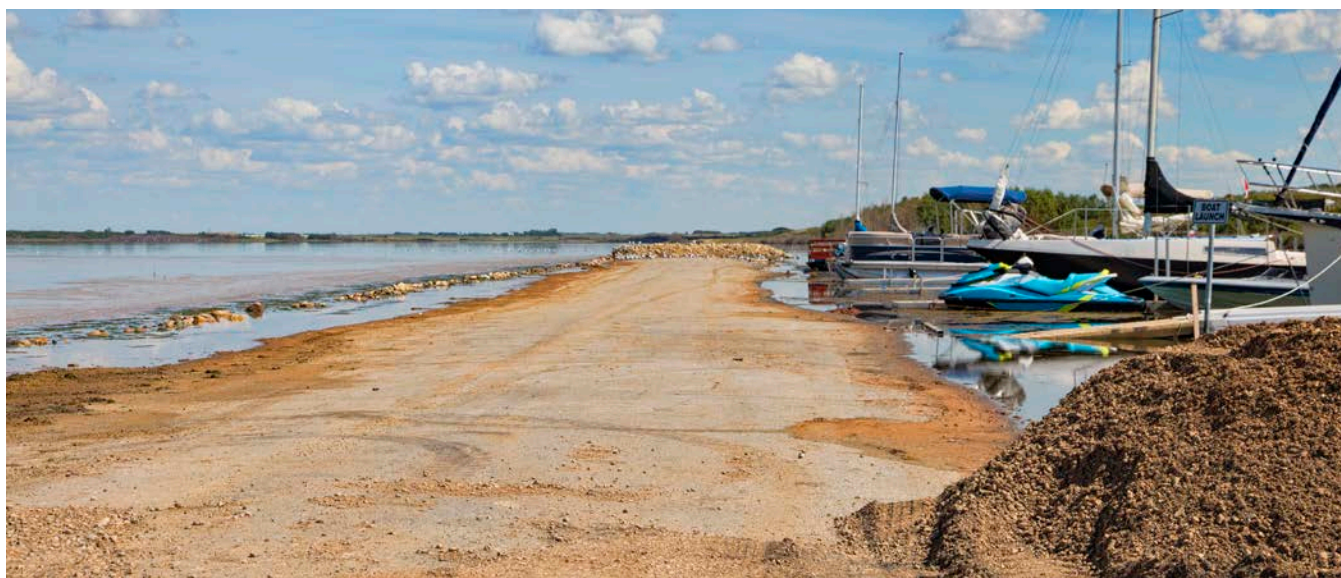
Note : ce graphique est basé sur l'un des 42 scénarios sans adaptation que nous avons simulés. Il représente également une estimation conservatrice des effets sur le PIB car il est basé sur un scénario d'impact climatique modéré. Néanmoins, ce scénario illustre bien les changements relatifs du PIB entre les groupes d'impact.

santé mentale des gens). L'évaluation de tout ceci dépassait le cadre de notre étude, mais il reste que ces dommages représentent un frein majeur et de plus en plus brutal pour l'économie du Canada.

- ▶ **Les décès prématurés et autres répercussions sur la productivité du travail sont un frein économique largement caché, mais pourtant considérable.** Cette perte de productivité émousse notre attractivité économique face à la concurrence, amenuise le revenu des ménages et sape notre capacité à gagner et à générer de la richesse. Nous constatons par exemple que la chaleur extrême nuira considérablement à la productivité du travail dans les secteurs climato-sensibles. Et la multiplication des décès prématurés sera telle qu'elle fera baisser perceptiblement le réservoir de main-d'œuvre, témoignage éloquent de la gravité des effets climatiques sur la santé humaine.
- ▶ **Les dommages aux infrastructures sont largement répartis dans l'économie et entraîneront d'importants changements directs et indirects.** Toutes sortes d'aléas climatiques peuvent endommager les infrastructures : hausse du

mercure, fonte du pergélisol dans le Nord, perturbation du régime de précipitations et du cycle de gel et de dégel. En plus des dégâts directs, ces facteurs de stress entraînent aussi des pertes indirectes; pensons aux inondations sans précédent en Colombie-Britannique qui ont rendu impraticables pendant des semaines les accès terrestres à la ville de Vancouver, causant une perte économique estimée à un milliard de dollars.

- ▶ **Les secteurs exploitant les ressources naturelles, comme l'agriculture et la foresterie, connaîtront d'importantes répercussions, mais pas dans le même sens.** Notre analyse prévoit que le secteur forestier verra diminuer sa récolte de bois, tandis que la productivité agricole des principales cultures devrait augmenter dans la plupart (mais pas la totalité) des scénarios.
- ▶ **Les changements climatiques seront positifs pour le tourisme international.** Le changement des températures saisonnières attirera davantage de visiteurs étrangers, ce qui stimulera l'activité économique au pays, mais le bénéfice semble assez modeste.



Manitou Beach (Saskatchewan), 2016 : Une inondation causée par une hausse du niveau du lac Petit-Manitou endommage la chaussée au point de la rendre impraticable.

Ralentissement : les conséquences macroéconomiques des changements climatiques

Cette section traite de l'effet ralentisseur des changements climatiques sur l'économie canadienne, et plus particulièrement de leurs conséquences macroéconomiques nationales, régionales et sectorielles. Nous examinerons les implications pour le revenu national (PIB réel), le commerce, l'emploi, les régions et les secteurs. La prochaine section, Vitre Cassée, explorera les enjeux d'abordabilité, notamment l'effet « vitre cassée » des changements climatiques et les répercussions cumulatives sur les budgets gouvernementaux, les revenus des ménages et les investissements privés.

Malgré la résolution spatiale élevée, les conséquences macroéconomiques présentées dans cette section doivent être interprétées comme des tendances générales sur le long terme, à l'échelle nationale et provinciale. L'ampleur et les effets de certains changements économiques pourraient varier d'une région à l'autre et sur de courts horizons. En outre, même si les données du présent rapport brossent un portrait utile du bien-être économique, elles ont aussi leurs limites. Les limites du PIB sont expliquées à l'encadré 3.

Les dommages climatiques sont un frein au revenu national

En analysant les répercussions globales des changements climatiques dans les prochaines décennies, on constate que les dommages causent déjà d'importantes pertes de revenu national, reflétées dans le PIB réel. Celles-ci s'accumulent rapidement, totalisant des sommes considérables à moyen et à long terme. Néanmoins, les pertes de revenu

national après le milieu du siècle sont plus de deux fois moindres dans le scénario d'émissions modérées que dans le scénario d'émissions élevées; il serait donc possible d'éviter le gros des coûts en réduisant les émissions mondiales.

Les changements climatiques coûtent déjà des milliards de dollars aux habitants du Canada.

En simulant les répercussions à compter de 2015, on peut mesurer les dommages à court terme en fonction de la taille de l'économie d'aujourd'hui. Selon nos projections, les changements climatiques pourraient entraîner une réduction du PIB réel (en dollars canadiens de 2020) ⁴ de 25 milliards de dollars par rapport au scénario de stabilité climatique – une perte de revenu national de 620 \$ par personne (tableau 4) ⁵. À titre de référence, la perte de PIB réel due aux changements climatiques en 2025 équivaldrait à la moitié de la croissance du PIB national pour cette même année. Cette réduction du PIB réel représente plus du double des coûts des inondations qui ont ravagé la Colombie-Britannique en novembre 2021, et 12 fois le total des sinistres assurés survenus au Canada en 2021, y compris les inondations de la Colombie-Britannique (BAC, 2022).

Les dommages climatiques cumulatifs affaiblissent l'économie et ralentissent sa croissance.

D'ici la fin du siècle, la croissance annuelle médiane du PIB ralentira de 0,061 % selon le scénario d'émissions modérées et de 0,14 % selon le scénario d'émissions élevées (tableau 4). Ces chiffres peuvent sembler négligeables, mais les réductions sont cumulatives. Avec le temps, elles feront chuter considérablement les investissements, les revenus des ménages, la consommation, le commerce et l'emploi.

En effet, la baisse du PIB réel par rapport au scénario de référence, projetée à environ 1 % d'ici 2025, atteindrait 2 à 2,6 % d'ici le milieu du siècle (selon les scénarios d'émissions modérées et élevées respectivement), et 5

⁴ Mesurée selon le produit intérieur brut réel en termes de dépenses, en dollars canadiens de 2020.

⁵ Toutes les valeurs en dollars sont indiquées en dollars canadiens réels de 2020. À noter que le PIB ne mesure pas l'incidence sur les revenus des ménages, qui est plutôt examinée à la section 3.3.1.

Les limites du « brut », ou pourquoi le PIB est une mesure imparfaite de la vigueur de l'économie

Indicateur le plus utilisé dans le monde pour suivre le progrès économique, le produit intérieur brut (PIB) mesure les revenus totaux que génèrent les biens et services produits dans une économie sur une période donnée. S'il peut traduire utilement la performance économique, il a ses limites, notamment si l'on cherche à appréhender toute l'étendue des effets macroéconomiques des changements climatiques.

Comme il mesure des *flux* plutôt que des *stocks*, le PIB ne rend pas compte de l'évolution du capital naturel, par exemple l'épuisement des stocks de poisson, d'arbres et de minéraux, ni d'actifs moins tangibles comme les traditions culturelles autochtones. Il ne traduit pas non plus pleinement les répercussions sur le train de vie et le coût de la vie, sur la santé et l'espérance de vie, sur les extrêmes du spectre des inégalités, ni sur de nombreux autres indicateurs de progrès forts importants. Enfin, comme l'illustre le sophisme des « vitres cassées » s'il peut sembler judicieux de faire tourner l'économie en réparant une vitre cassée – puisqu'on dépense de l'argent en matériaux et en main-d'œuvre –, il s'agit en réalité d'une perte nette de valeur puisque cet argent ne pourra payer de nouveaux biens et services productifs à valeur ajoutée.

Nous utilisons tout de même le PIB, parmi d'autres mesures, pour communiquer les constats de notre analyse, car il donne un aperçu du niveau d'activité économique et reste une mesure courante que comprennent et emploient les têtes dirigeantes de l'économie. Toutefois, le lecteur doit comprendre qu'aucun indicateur ne brosse à lui seul un portrait complet de la santé de l'économie ou du bien-être des gens, et reconnaître les forces et les limites des différents indicateurs. Les gouvernements devraient envisager d'autres paramètres que le PIB pour mesurer le développement et le bien-être économiques, tels que l'emploi, le bien-être des ménages ou les inégalités de revenu.

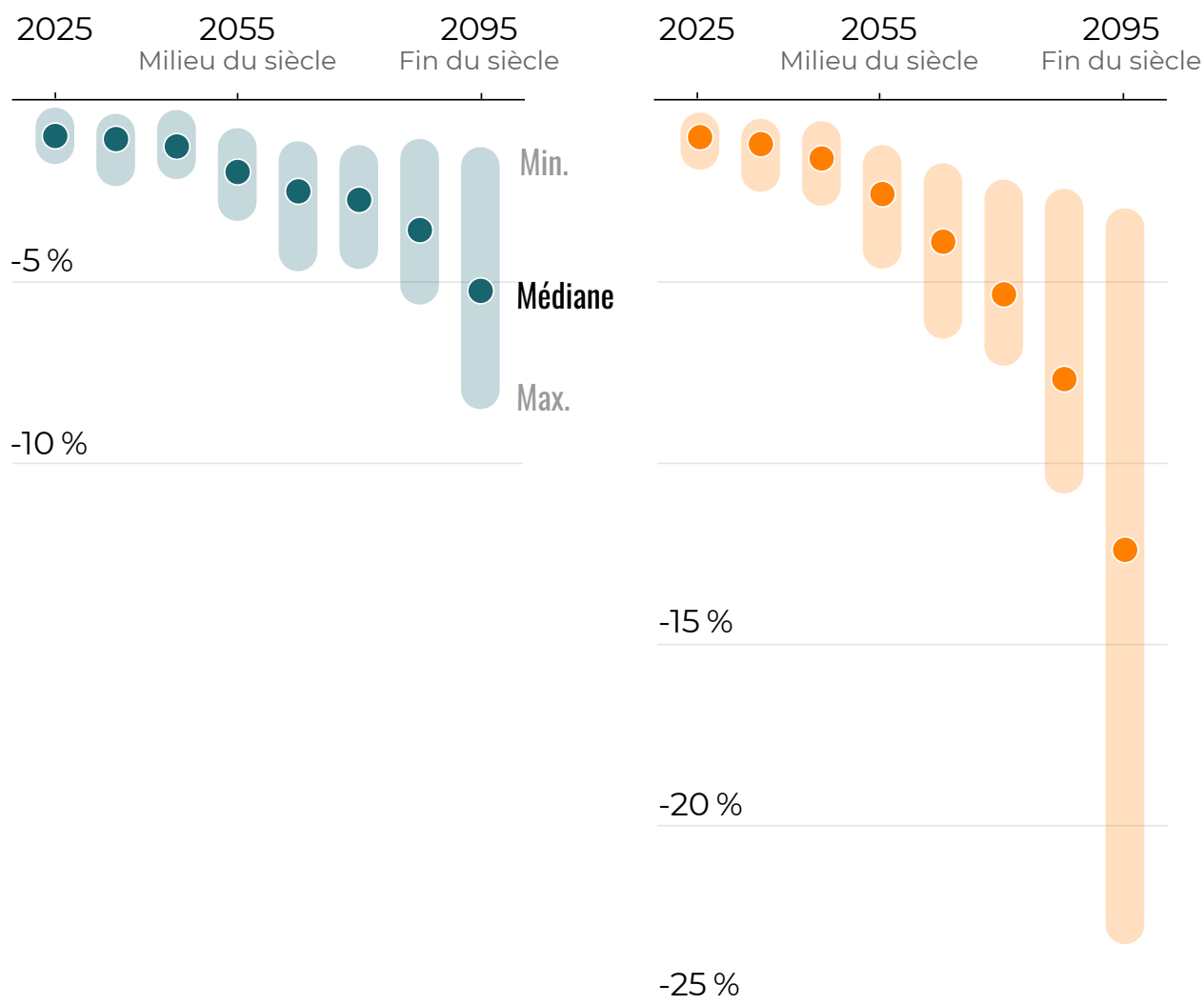
à 12 % d'ici la fin du siècle (tableau 4). La diminution du revenu national (PIB réel) se chiffrerait en moyenne à 25 milliards de dollars en 2025, à 78 à 101 milliards (émissions modérées et élevées) au milieu du siècle, et à 391 à 865 milliards à la fin du siècle. Dans les deux scénarios d'émissions, la perte s'élèverait à 600 \$ par personne d'ici 2025, même en tenant compte de la croissance de la population⁶. D'ici le milieu du siècle, ce chiffre pourrait plus que

doubler avec des émissions modérées, et tripler avec des émissions élevées. On note toutefois d'importantes variations entre les scénarios (figure 4).

En réduisant les émissions mondiales, on peut couper de moitié les coûts des changements climatiques. Dans le scénario d'émissions élevées, la perte de revenu national est exponentielle, atteignant en

Figure 4 : On enregistre déjà des pertes importantes de PIB, qui continueront de s'accumuler dans les scénarios d'émissions modérées comme élevées.

Pourcentage de différence dans le PIB réel par rapport au scénario de stabilité climatique



⁶ La population médiane a été estimée à partir des huit projections de Statistique Canada pour l'horizon 2065 (Statistique Canada, 2019). La croissance annuelle dans les dix dernières années de la série a servi à projeter les chiffres de 2065 à 2095.

Tableau 4. Baisse du PIB réel par rapport au scénario de stabilité climatique

	Scénario d'émissions	2025	Milieu du siècle	Fin du siècle
Baisse progressive du PIB réel en raison des changements climatiques				
Quelle est la valeur des pertes ?	Élevées	-24,6	-101,2	-865,0
Valeur en dollars (G\$ de 2020)	Modérées	-23,9	-77,9	-391,0
À quel rythme s'aggravent les pertes ?	Élevées	-3,7 %	-6,6 %	-6,2 %
Évolution annuelle	Modérées	-2,5 %	-6,2 %	-5,5 %
Quelles sont les pertes par personne ?	Élevées	-620 \$	-1 940 \$	-11 050 \$
Recul du PIB par personne	Modérées	-600 \$	-1 490 \$	-5 000 \$
Variation du PIB réel				
À quel rythme croît le PIB réel ?	Référence	2,11 %	1,65 %	1,68 %
Évolution annuelle	Élevées	2,01 %	1,56 %	1,24 %
	Modérées	2,01 %	1,58 %	1,51 %
Quelles sont les pertes ?	Référence	100 %	100 %	100 %
Baisse du PIB réel par rapport au scénario de référence	Élevées	-1,0 %	-2,6 %	-12,4 %
	Modérées	-1,0 %	-2,0 %	-5,2 %

moyenne plus de 11 000 \$ par personne. Ce chiffre étant deux fois plus petit dans le scénario d'émissions modérées, une réduction des émissions mondiales serait avantageuse pour le Canada.

La perte de revenu national équivaut à des années de croissance perdue. Nous avons estimé la valeur actualisée nette de la perte de revenu national sur les 75 ans de la simulation et effectué une analyse par la méthode de Monte-Carlo pour rendre compte de l'incertitude quant au taux d'actualisation et aux 42 scénarios d'émissions et de climats⁷. Nous avons réalisé 5 000 simulations pour estimer la fourchette probable de la

valeur actualisée nette. Dans le scénario d'émissions élevées, la valeur actualisée de la baisse du PIB réel atteint environ 8 billions de dollars d'ici la fin du siècle, soit l'équivalent de quatre années du PIB de 2025. Avec des émissions modérées, on évite 3 billions de dollars de pertes, en raison notamment de l'atténuation des répercussions climatiques après 2050.

De plus, les simulations indiquent qu'un résultat à coûts élevés est plus probable qu'un résultat à coûts modérés, car les coûts sont supérieurs à la moyenne dans une majorité de cas.

⁷ La méthode de Monte-Carlo permet de prédire la probabilité de différents résultats en présence de variables aléatoires, ici les différents taux d'actualisation. Les simulations de Monte-Carlo (n=5 000) ont été réalisées selon des taux d'actualisation réels de 0,5, 1 et 2 % sur une période de 75 ans. Les taux réels présumés sont de 0,5, 1 et 2 %.

Les changements climatiques entravent le commerce

Les exportations et les importations sont d'importantes composantes du PIB. Une économie prospère doit se démarquer sur les marchés nationaux et internationaux et posséder un secteur d'exportations dynamique générant de la valeur en soutien aux services gouvernementaux, à la consommation et aux investissements. De même, les importations sont essentielles à la production intérieure et à la

création de valeur, sans compter les avantages pour la consommation et les investissements. Cependant, le réchauffement entraîne une diminution considérable des exportations et des importations par rapport au scénario de référence, en raison d'une perte de productivité et de la contraction des économies intérieure et mondiale.

La baisse des exportations s'accroîtra avec la hausse des coûts et la réduction de la compétitivité.

Dans les simulations, le niveau d'exportations du Canada diminue de 14 milliards de dollars d'ici 2025, ou 1,2 % par

Figure 5 : Les exportations du Canada diminueront au fil du temps dans les scénarios d'émissions modérées comme élevées.

Pourcentage de différence dans les exportations par rapport au scénario de stabilité climatique

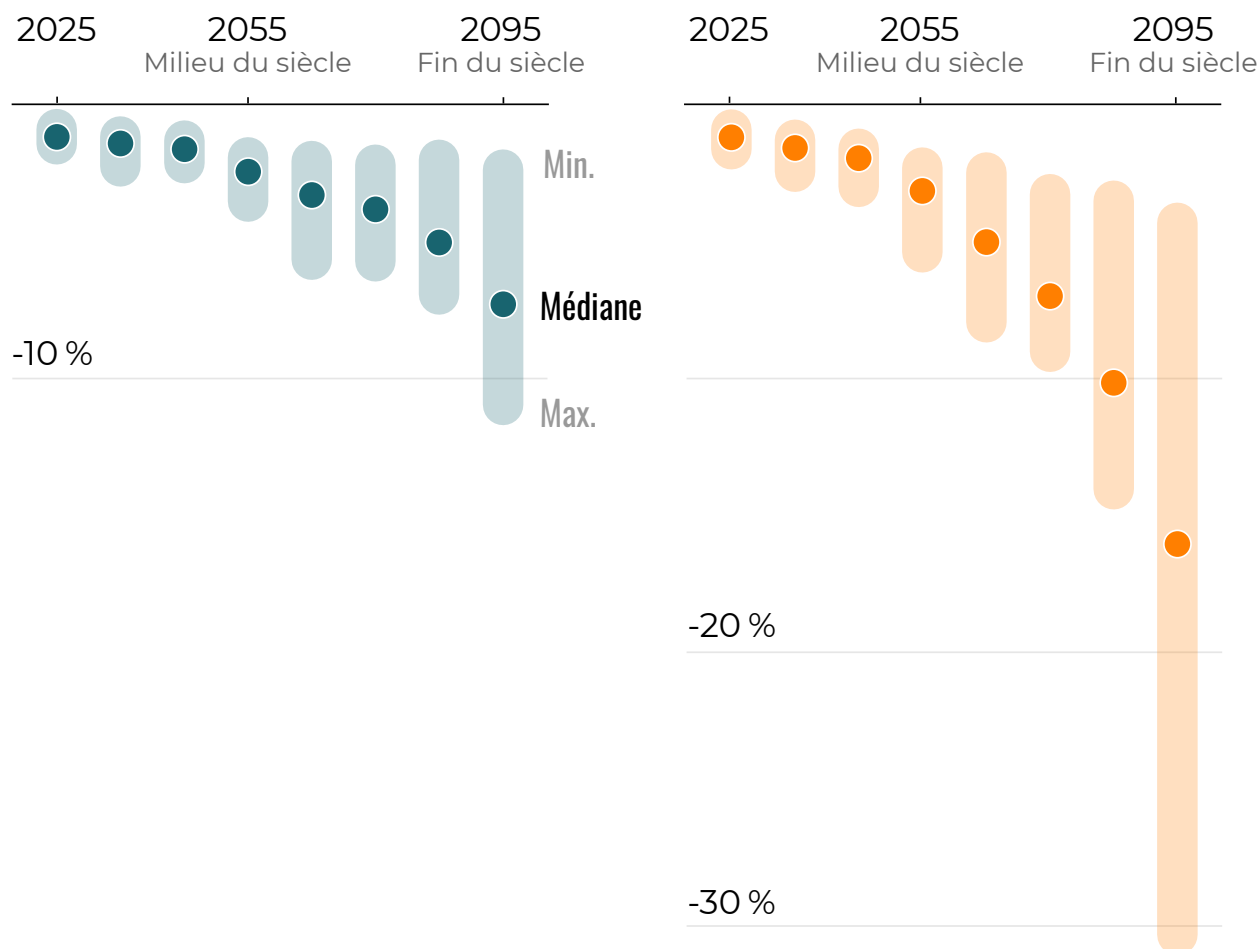


Tableau 5. Baisse des exportations par rapport au scénario de stabilité climatique

	Scénario d'émissions	2025	Milieu du siècle	Fin du siècle
Baisse progressive des exportations en raison des changements climatiques				
Quelle est la valeur des pertes ?	Élevées	-13,8	-63,2	-601,5
Valeur en dollars (G\$ de 2020)	Modérées	-13,5	-49,4	-295,3
À quel rythme s'aggravent les pertes ?	Élevées	-5,4 %	-6,8 %	-6,1 %
Évolution annuelle	Modérées	-4,2 %	-6,1 %	-5,5 %
Quelles sont les pertes par personne ?	Élevées	-350 \$	-1 210 \$	-7 680 \$
Baisse des exportations par personne	Modérées	-340 \$	-950 \$	-3 770 \$
Variation des exportations totales				
À quel rythme croissent les exportations ?	Référence	2,22 %	1,97 %	1,85 %
Évolution annuelle	Élevées	2,10 %	1,86 %	1,32 %
	Modérées	2,10 %	1,89 %	1,63 %
Quelles sont les pertes ?	Référence	100 %	100 %	100 %
Baisse des exportations par rapport au scénario de référence	Élevées	-1,2 %	-3,1 %	-16,0 %
	Modérées	-1,2 %	-2,4 %	-7,3 %

rapport au scénario de référence (tableau 5). Dans les deux scénarios d'émissions, les pertes s'aggravent d'ici le milieu du siècle, le ralentissement de la croissance des exportations surpassant légèrement la baisse de croissance du PIB. D'ici la fin du siècle, les pertes par rapport au scénario de référence s'élèvent à 300 milliards de dollars (7 %) pour le scénario d'émissions modérées, et à 600 milliards (16 %) pour le scénario d'émissions élevées. Dans ce dernier scénario, les exportations d'ici la fin du siècle sont largement inférieures à celles du scénario de référence (la figure 5 illustre la fourchette de variation des deux scénarios). Par ailleurs, selon les simulations, les changements climatiques réduiront la demande globale des États-Unis, ce qui se répercutera sur les exportations et la production du Canada.

Les importations ralentiront en même temps que la production canadienne, reflet d'une faiblesse économique grandissante face aux changements climatiques. La diminution différentielle des importations est de 17 milliards de dollars d'ici 2025, soit 1,5 % sous le scénario de référence (tableau 6). La croissance des importations connaîtra un ralentissement similaire à celle du PIB d'ici le milieu du siècle et au-delà, réduisant les importations à 6 à 13 % sous le scénario de référence d'ici la fin du siècle, selon que les émissions sont modérées ou élevées (figure 6). Ce déclin des importations révèle une faiblesse croissante de l'économie face à l'accumulation des dommages climatiques.

Figure 6 : Les importations du Canada ralentiront au fil du temps dans les scénarios d'émissions modérées comme élevées.

Pourcentage de différence dans les importations par rapport au scénario de stabilité climatique

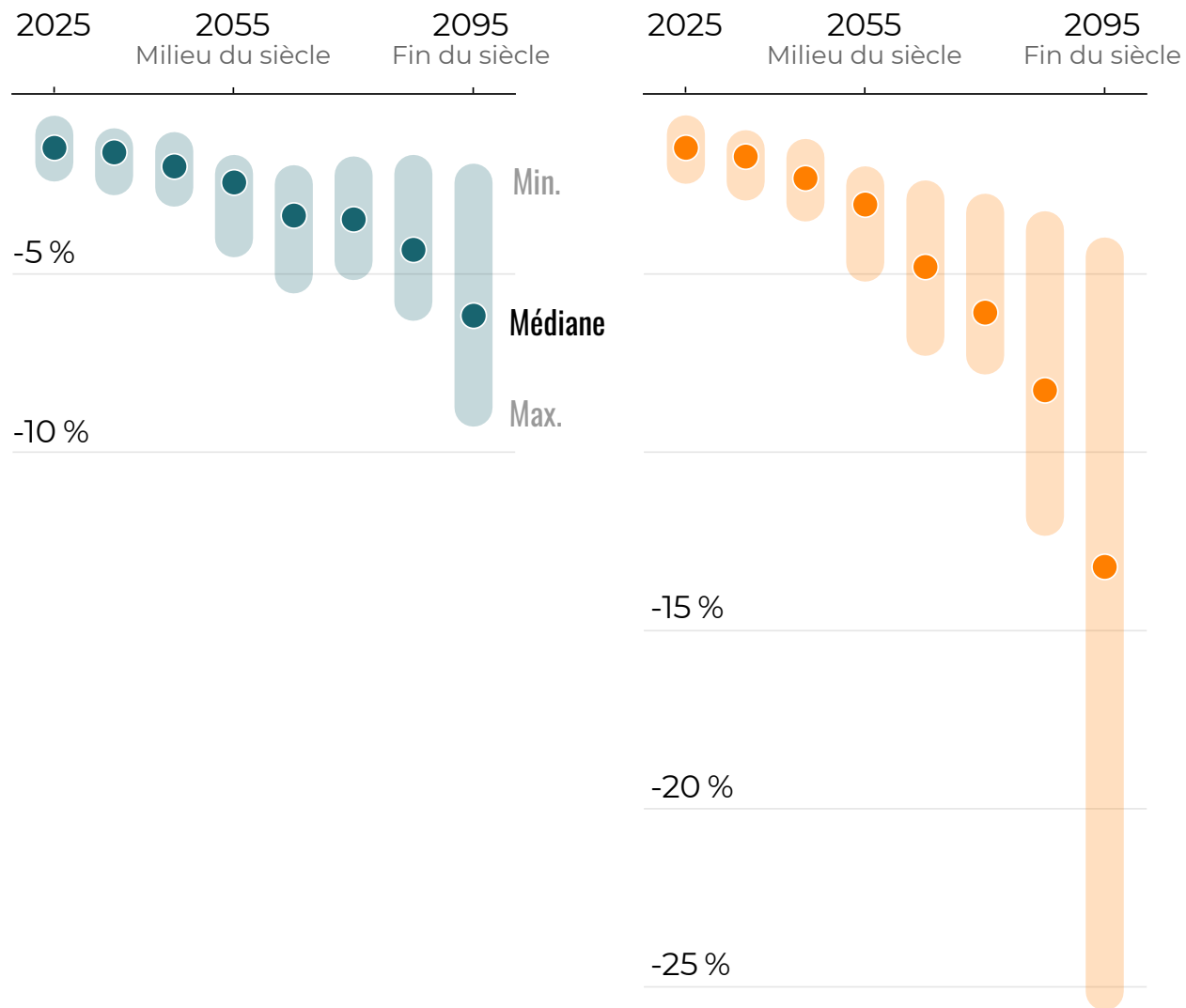


Tableau 6. Baisse des importations par rapport au scénario de stabilité climatique

	Scénario d'émissions	2025	Milieu du siècle	Fin du siècle
Baisse progressive des importations en raison des changements climatiques				
Quelle est la valeur des pertes ?	Élevées	-16,8	-55,7	-447,1
Valeur en dollars (G\$ de 2020)	Modérées	-16,8	-44,8	-222,5
À quel rythme s'aggravent les pertes ?	Élevées	-3,1 %	-4,6 %	-6,2 %
Évolution annuelle	Modérées	-2,3 %	-3,9 %	-5,3 %
Quelles sont les pertes par personne ?	Élevées	-420 \$	-1 070 \$	-5 710 \$
Baisse des importations par personne	Modérées	-420 \$	-860 \$	-2 840 \$
Variation des importations totales				
À quel rythme croissent les importations ?	Référence	1,82 %	1,85 %	1,80 %
Évolution annuelle	Élevées	1,67 %	1,77 %	1,35 %
	Modérées	1,67 %	1,80 %	1,62 %
Quelles sont les pertes ?	Référence	100 %	100 %	100 %
Baisse des importations par rapport au scénario de référence	Élevées	-1,5 %	-3,0 %	-13,2 %
	Modérées	-1,5 %	-2,4 %	-6,2 %

Les dommages climatiques tuent l'emploi

La capacité de l'économie à stimuler et à préserver l'emploi sera cruciale pour assurer un avenir abordable à la population du Canada. Avec les nombreuses menaces climatiques au travail, comme les pertes de productivité dues à la chaleur et les décès prématurés qui réduisent la population active, on ne s'étonnera pas que l'emploi diminue fortement dans toutes les simulations. Les coûts associés se répercutent partout dans l'économie, affaiblissant la productivité et faisant grimper les prix.

D'importantes pertes d'emplois sont à prévoir dans tous les scénarios. Dans le scénario d'émissions élevées,

les pertes pourraient plus que doubler entre 2025 et le milieu du siècle, totalisant 500 000 emplois, ou environ 1,5 % de l'emploi projeté (figure 7 et tableau 7). D'ici la fin du siècle, 2,87 millions d'emplois disparaîtront. Ces pertes s'accompagneront de coûts intangibles liés à la dépression, à l'estime de soi, etc. Dans les pires de nos simulations, le taux de chômage atteint 15 %, mais il est probable que certains se découragent et quittent le marché du travail, limitant ainsi la hausse du chômage par une baisse du taux de participation à la population active.

La réduction des émissions mondiales préservera des emplois. Par rapport au scénario d'émissions élevées, une réduction des émissions mondiales éviterait environ 120 000 pertes d'emplois d'ici le milieu du siècle, et couperait les pertes de moitié d'ici la fin. Mais même dans le scénario d'émissions modérées, le

Figure 7 : Les changements climatiques entraîneront des pertes d'emplois majeures dans les scénarios d'émissions modérées comme élevées.

Pertes d'emplois par rapport au scénario de stabilité climatique (millions d'emplois)

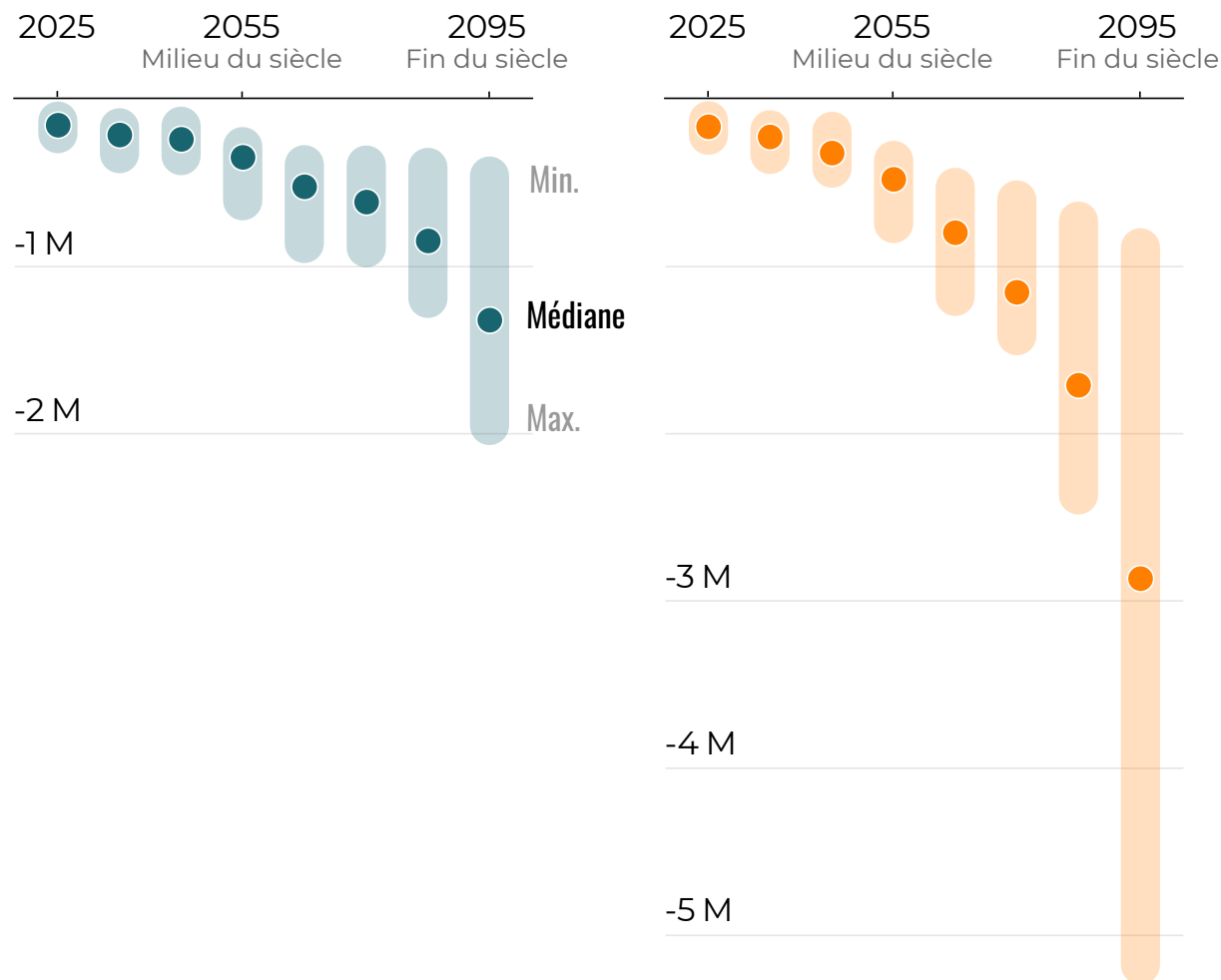


Tableau 7. Baisse de l'emploi par rapport au scénario de stabilité climatique

	Scénario d'émissions	2025	Milieu du siècle	Fin du siècle
Perte progressive d'emplois en raison des changements climatiques				
Quelle est la taille des pertes ?	Élevées	-194	-478	-2 867
En milliers d'emplois	Modérées	-183	-345	-1 320
À quel rythme s'aggravent les pertes ?	Élevées	-3,5 %	-4,1 %	-5,3 %
Évolution annuelle	Modérées	-3,7 %	-3,7 %	-4,5 %
Variation du nombre total d'emplois				
À quel rythme croît l'emploi ?	Référence	0,57 %	0,65 %	0,69 %
Évolution annuelle	Élevées	0,49 %	0,59 %	0,31 %
	Modérées	0,49 %	0,61 %	0,54 %
Quelles sont les pertes ?	Référence	100 %	100 %	100 %
Variation de l'emploi par rapport au scénario de référence	Élevées	-1,0 %	-2,7 %	-9,6 %
	Modérées	-0,9 %	-1,8 %	-4,4 %

Canada perdrait 345 000 emplois d'ici le milieu du siècle, et 1,3 million d'ici la fin.

Les dommages climatiques touchent certaines régions plus durement que d'autres

D'ici la fin du siècle, toutes les régions du Canada verront leur économie ralentie par des dommages climatiques toujours pires. Toutefois, l'ampleur des pertes économiques varie selon la région et l'horizon de temps. Notamment, le Nord et l'Alberta seront frappés de façon disproportionnée en raison – respectivement – de la fonte du pergélisol et de catastrophes météorologiques plus fréquentes.

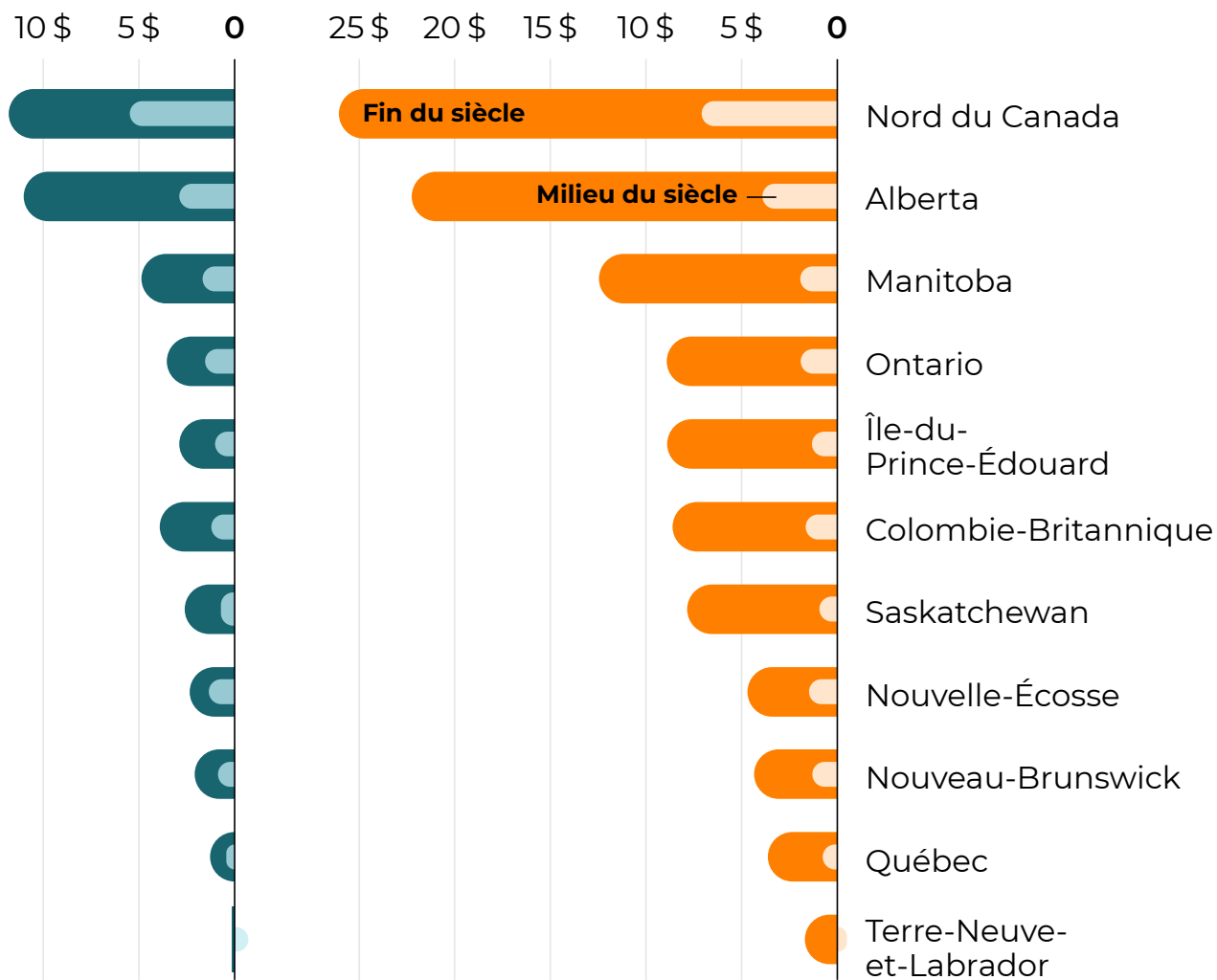
Le Nord sera particulièrement touché. D'après les projections, le Nord du Canada subira proportionnellement la plus grande perte de PIB, tous horizons

et scénarios d'émissions confondus. La perte médiane est estimée à 5 490 ou 7 080 \$ par personne d'ici le milieu du siècle, selon que les émissions sont modérées ou élevées (figure 8). À la fin du siècle, elle s'élèvera à 11 820 ou 26 060 \$ par personne par année. La perte de PIB dans le Nord est due à l'évolution de la demande en électricité, aux effets de la fonte du pergélisol sur les bâtiments et aux dommages infrastructurels causés par les catastrophes météorologiques. Ces constats mettent en lumière les répercussions disproportionnées des changements climatiques sur le Nord du Canada, qui font l'objet du rapport *Plein Nord : faire face aux coûts des changements climatiques pour les infrastructures du Nord* de l'Institut climatique.

Les conséquences sont inégales dans les régions méridionales. Par exemple, l'Alberta connaîtra des pertes plus importantes, principalement en raison des catastrophes météorologiques qui frapperont la province de façon disproportionnée. Les pertes médi-

Figure 8 : Aucune région n'est à l'abri des répercussions des changements climatiques; les pertes se feront sentir dans tout le pays, dans les scénarios d'émissions modérées comme élevées.

Perte médiane de PIB par personne pour le lot de 24 scénarios (milliers de \$)



anes de PIB en Alberta sont estimées à 2 890 ou 3 920\$ par personne d'ici 2055, selon que les émissions sont modérées ou élevées. Or, dans d'autres provinces comme la Saskatchewan et l'Île-du-Prince-Édouard, les pertes nettes seront atténuées par certaines retombées positives d'une productivité agricole améliorée, quoique certains scénarios révèlent des pertes nettes en agriculture. Terre-Neuve-et-Labrador enregistre des pertes modérées et quelques gains, principalement attribuables à une meilleure offre d'hydroélectricité, mais ces moyennes camouflent des dommages majeurs sur d'autres facettes des effets des changements climatiques.

Les dommages climatiques ralentissent la plupart des secteurs

La plupart des secteurs économiques connaissent des pertes dans tous les scénarios d'émissions mondiales et de climats : les répercussions directes font augmenter les coûts, les coûts indirects de la chaîne d'approvisionnement réduisent la productivité, et les fluctuations des marchés entraînent une baisse de la demande. Seuls de très rares secteurs y gagnent, dont la construction et l'agriculture, mais comme ces secteurs ne constituent que 8,5 % de l'économie canadienne, leurs gains sont largement dépassés par les pertes de PIB dans tous les autres secteurs.

La reconstruction et les réparations stimuleront le secteur de la construction. Dans tous les scénarios, les dommages aux infrastructures génèrent de la demande dans la construction et les secteurs connexes, comme le ciment et la chaux. Le secteur de la construction augmente systématiquement sa part de l'économie, même si l'économie totale rétrécit. Selon les simulations, cette part serait 1,2 % plus grande en 2025 que dans le scénario de référence et continuerait de croître avec le temps (figure 9). Mais il n'y a pas de quoi se réjouir : c'est une illustration du sophisme de la vitre cassée.

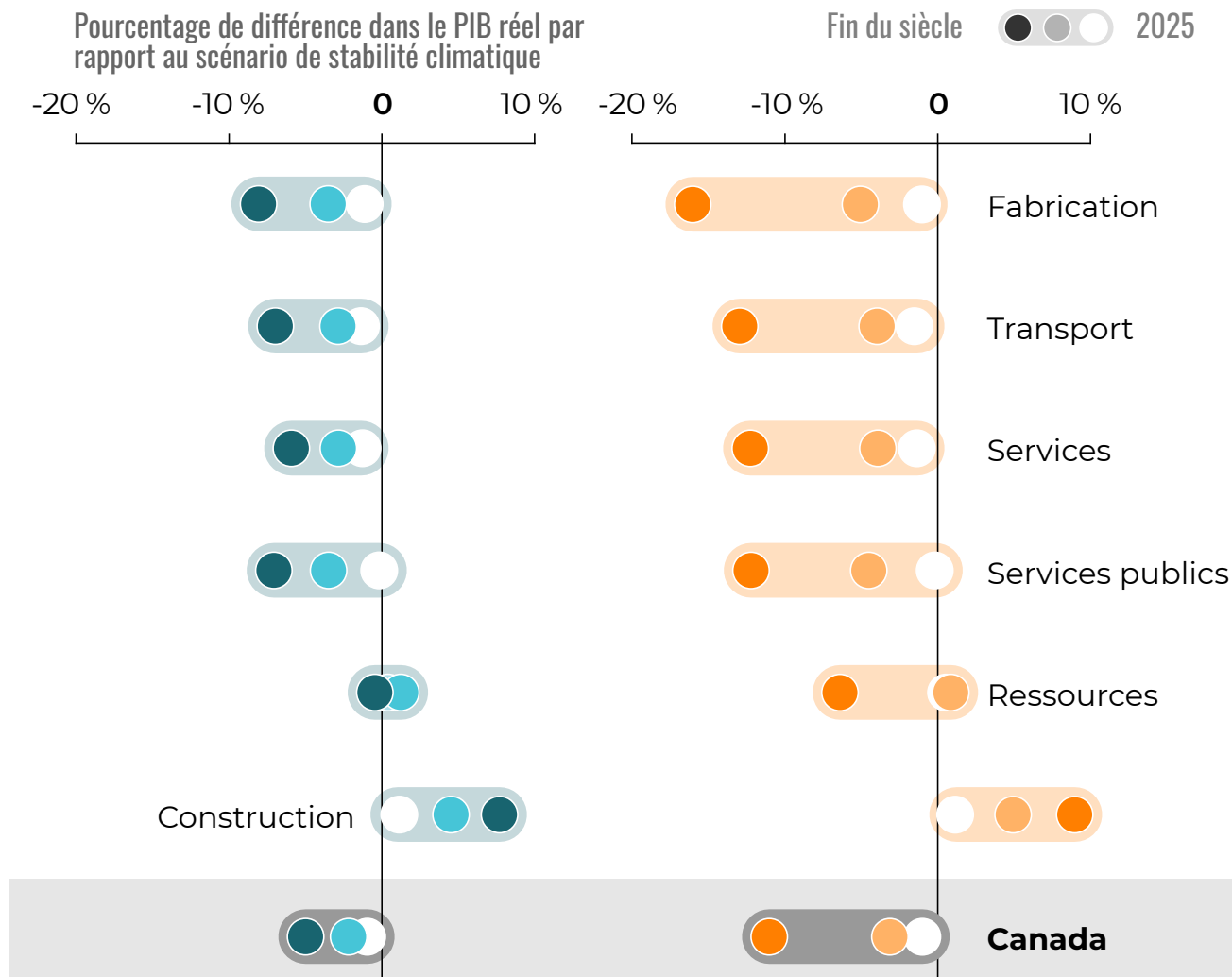
En effet, cette croissance est due aux réparations et au remplacement d'infrastructures endommagées, qui entraînent leur lot de conséquences pour les revenus et la richesse des personnes responsables d'en couvrir les coûts. Et selon les simulations, c'est une perte nette pour l'économie.

Le secteur agricole pourrait bénéficier du réchauffement climatique. Le réchauffement allonge la période de végétation, augmentant la productivité agricole par rapport au scénario de référence. Ainsi, dans tous les scénarios, le secteur des ressources fait de légers gains à court terme. Toutefois, les changements climatiques s'intensifient à long terme, ces gains seront annulés par les pertes ailleurs dans le secteur des ressources, notamment en foresterie. Cela se répercutera sur les produits de foresterie, particulièrement vulnérables au climat.

Le déclin du secteur de la fabrication est généralisé. Ce secteur sera l'un des plus touchés par les obstacles à l'emploi et au travail (ex. : interruptions de travail dues à la chaleur extrême) et par les coûts croissants de l'approvisionnement (ex. : frais d'envoi plus élevés en raison de retards sur les routes et les chemins de fer). D'après les simulations, les changements climatiques auront déjà réduit la taille du secteur d'un pour cent en 2025 par rapport au scénario de référence. Le secteur continuera de croître au ralenti jusqu'au milieu du siècle dans les deux scénarios. Dans le scénario d'émissions élevées, le secteur perdra cependant 16 % d'ici la fin du siècle par rapport au scénario de référence.

Le secteur des services est vulnérable aux répercussions directes et indirectes du climat. Puisqu'il se trouve au bout de la chaîne d'approvisionnement et dépend fortement de la main-d'œuvre, il sera particulièrement touché par la hausse des coûts, qui se reflétera dans les prix. À cela viendront s'ajouter les dommages aux bâtiments commerciaux causés par les inondations et les tempêtes ainsi que le ralentissement général de l'économie. En 2025, le secteur sera 1,35 % plus petit que dans le scénario de stabilité climatique – un fossé qui continuera de se creuser.

Figure 9 : La majorité des secteurs économiques pâtiront des changements climatiques dans les scénarios d'émissions modérées comme élevées.



La grande vulnérabilité du secteur des transports fera monter les coûts de transport des marchandises et des passagers. Englobant le transport routier et ferroviaire, ce secteur demeurera le plus vulnérable de l'économie jusqu'au milieu du siècle. Parmi les freins à la croissance, on note les retards qui font augmenter les coûts et diminuer la demande ainsi que la défaillance prématurée d'infrastructures devant être remplacées. Le ralentissement global de l'économie tire aussi la demande de services de transport vers le bas, un coup important pour le secteur. D'ici 2025, la part des transports dans l'économie sera 1,4 à 1,5 % plus faible que dans le scénario de référence, preuve que le secteur sera lourdement touché même à court terme.

Les fournisseurs d'électricité gagneront à court terme, mais souffriront à long terme. Les fournisseurs s'en tireront relativement bien dans l'immédiat, mais le secteur des services publics subira d'importantes pressions à long terme. Le transport et la distribution d'électricité seront particulièrement touchés à court terme, mais la production s'en tirera mieux, notamment parce qu'une hausse des précipitations pourrait augmenter la production d'hydroélectricité. Néanmoins, la contraction générale de l'économie fera diminuer la demande d'énergie à long terme.

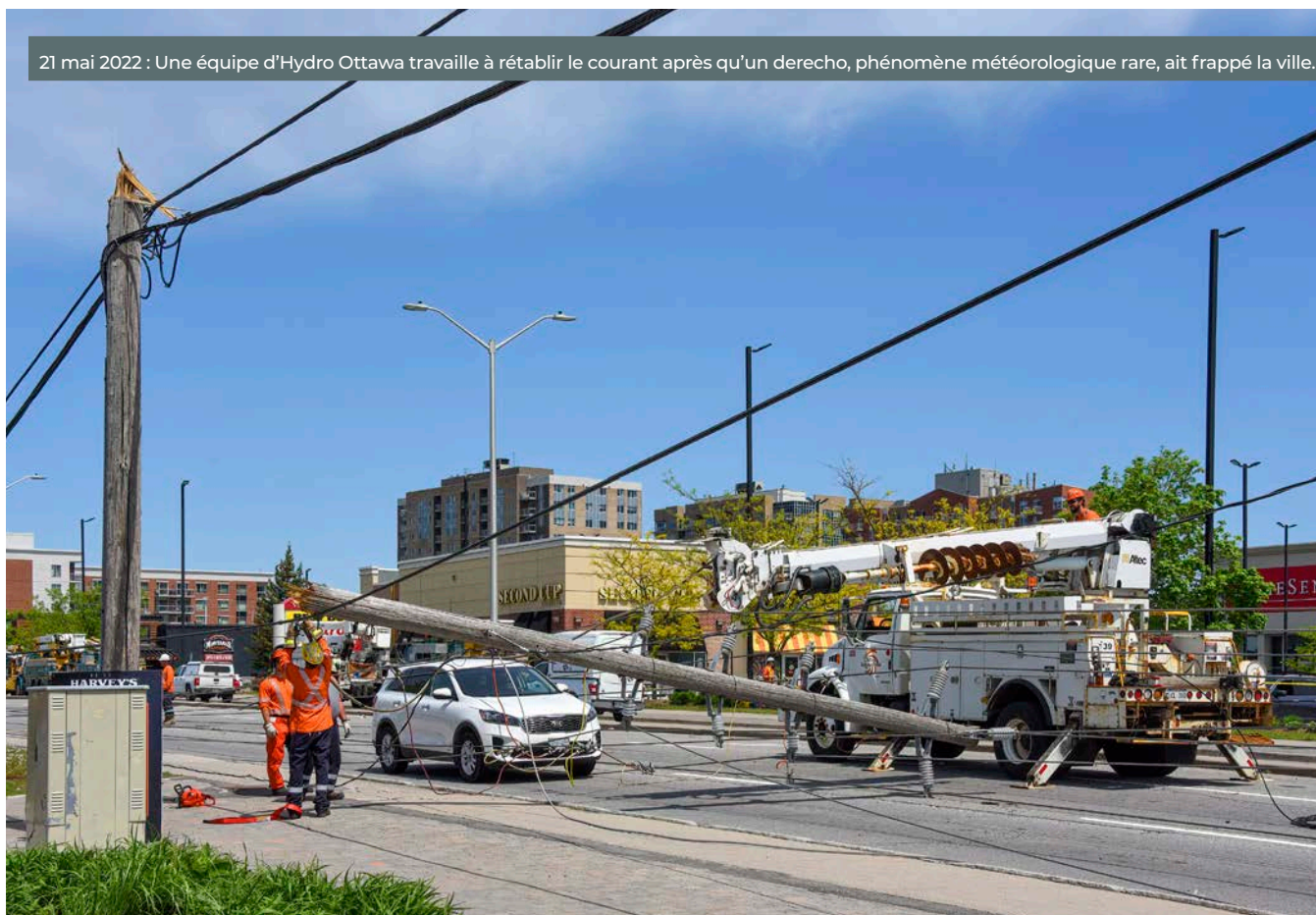
Vitre cassée : les changements climatiques et l'abordabilité

Nos constats initiaux sur les conséquences macroéconomiques des changements climatiques – le ralentissement de la croissance générale – ignorent des enjeux d'abordabilité plus profonds qui feront considérablement augmenter le coût de la vie pour les ménages au Canada. En outre, les entreprises devront réparer de plus en plus de vitres cassées à mesure que les dommages climatiques s'intensifieront. Les changements menacent d'abord et avant tout l'abordabilité : les gouvernements devront hausser les impôts pour couvrir les redressements après sinistre et compenser la pression croissante des répercussions climatiques sur les budgets; les perturbations de la chaîne d'approvisionnement feront augmenter les coûts des produits de base; et les entreprises n'auront plus les moyens d'investir à force de devoir éponger les dommages climatiques.

Les ménages, principales victimes des dommages climatiques

Les changements climatiques ne se répercutent pas seulement sur les secteurs économiques et les infrastructures du Canada, mais aussi sur la population. Les ménages perdent au change dans tous les scénarios modélisés. En effet, leurs revenus seront touchés par plusieurs facteurs : la réduction du travail due à la chaleur et à diverses maladies, la hausse des coûts de la chaîne d'approvisionnement, et les impôts supplémentaires pour couvrir les dommages et maintenir les services.

21 mai 2022 : Une équipe d'Hydro Ottawa travaille à rétablir le courant après qu'un derecho, phénomène météorologique rare, ait frappé la ville.



Le revenu réel des emplois, des paiements de transfert et d'autres sources est un important indicateur du bien-être économique. C'est pourquoi nous utilisons ici cette mesure en dollars canadiens de 2020 pour illustrer les répercussions sur les ménages⁸.

Outre les coûts quantifiables qui se traduisent ici par une baisse du revenu des ménages, les familles subiront des conséquences négatives qu'il est difficile de chiffrer, comme des problèmes importants de santé mentale et les répercussions sociétales d'une récession économique. Si ces facteurs cachés sont omis du modèle, c'est simplement qu'ils s'expriment mal en dollars; cela ne signifie en aucun cas qu'ils ne sont pas importants ou ne méritent pas une attention particulière des gouvernements.

La perte de revenu des ménages est majeure par rapport aux autres conséquences économiques. La croissance annuelle du revenu réel ralentit immédiatement dans les simulations, ce ralentissement excédant très rapidement la diminution de croissance du PIB. Résultat : le revenu par personne diminue de 720 \$ d'ici 2025 dans les deux scénarios d'émissions. D'ici le milieu du siècle, ce chiffre augmente à 1 890 \$ dans le scénario d'émissions modérées, soit une baisse de 3,5 % par rapport au scénario de référence, et dans le scénario d'émissions élevées, il augmente à presque 2 300 \$, ou 4,5 % sous le scénario de référence (figure 10 et tableau 8).

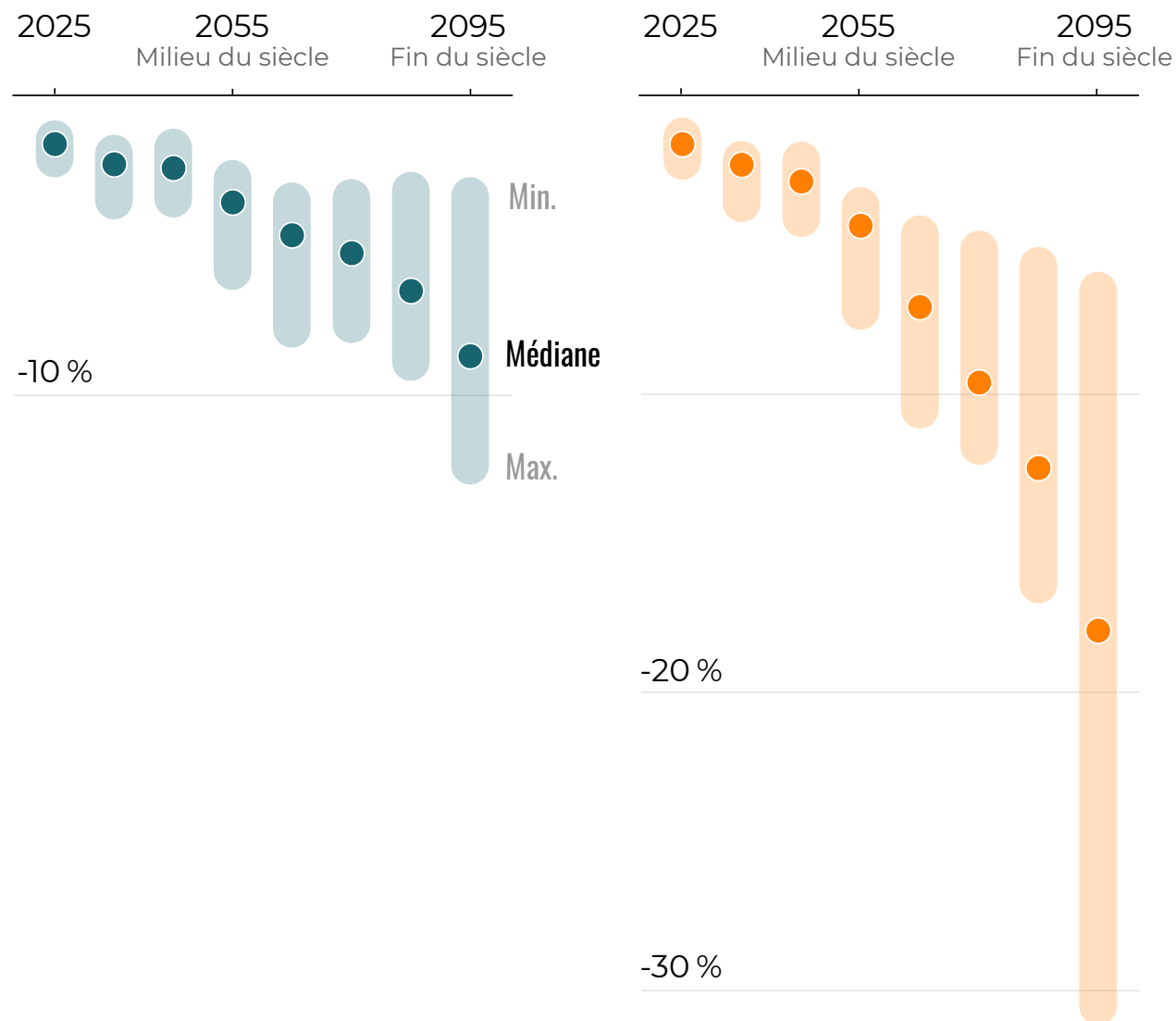
Après le milieu du siècle, les pertes de revenu réel deviennent une grande menace pour l'abordabilité. En effet, c'est dans la deuxième moitié du siècle que les



⁸ L'évolution des habitudes de consommation et du bien-être aurait aussi permis de recueillir des données similaires sur la situation financière des ménages.

Figure 10 : Les dommages climatiques coûteront cher aux ménages canadiens dans les scénarios d'émissions modérées comme élevées.

Pourcentage de différence dans le revenu par personne par rapport au scénario de stabilité climatique



émissions élevées font le plus mal, entraînant une perte de 10 600 \$ par personne d'ici 2095. Le scénario d'émissions modérées coupe ce chiffre environ de moitié, pour une perte de 5 600 \$ par personne. Dans toutes les simulations d'émissions élevées, les revenus en 2095 tombent : de 18 % sous le scénario de référence dans le meilleur des cas, et de 31 % dans le pire (figure 10).

Les ménages à faible revenu subiront les plus grandes pertes. Si les ménages aisés perdront davantage dans l'absolu, les plus pauvres enregistreront des pertes de revenu réel proportionnellement plus importantes. D'ici le milieu du siècle, les ménages les moins nantis verront leurs revenus diminuer de 5,8 % par rapport au scénario de référence dans le scénario d'émissions élevées, et de

Tableau 8. Baisse du revenu des ménages par rapport au scénario de stabilité climatique

	Scénario d'émissions	2025	Milieu du siècle	Fin du siècle
Baisse progressive du revenu en raison des changements climatiques				
Quelle est la valeur des pertes?	Élevées	-28,6	-120,4	-829,0
Valeur en dollars (G\$ de 2020)	Modérées	-28,0	-98,7	-435,9
À quel rythme s'aggravent les pertes?	Élevées	-5,8 %	-5,7 %	-4,8 %
Évolution annuelle	Modérées	-5,8 %	-5,5 %	-4,4 %
Quelles sont les pertes par personne?	Élevées	-720 \$	-2 300 \$	-10 590 \$
Perte de revenu par personne	Modérées	-700 \$	-1 890 \$	-5 570 \$
Variation dans la taille totale du revenu réel				
À quel rythme croît le revenu?	Référence	2,17 %	1,51 %	1,59 %
Évolution annuelle	Élevées	2,01 %	1,36 %	1,11 %
	Modérées	2,01 %	1,39 %	1,38 %
Quelle est la variation dans le revenu?	Référence	-100 %	-100 %	-100 %
Niveau de revenu par rapport au scénario de référence	Élevées	-1,6 %	-4,3 %	-17,9 %
	Modérées	-1,6 %	-3,5 %	-8,7 %

4,8 % dans le scénario d'émissions modérées (figure 11). Sur le même horizon, les ménages les plus riches essuieront une baisse de 4 ou 3,2 %.

D'ici la fin du siècle, les répercussions sur le revenu réel des ménages auront causé des dommages majeurs à l'abordabilité. Les ménages à faible revenu auront en moyenne subi des pertes de 23 % dans le scénario d'émissions élevées et de 12 % dans le scénario d'émissions modérées. Même le groupe médian affiche des pertes considérables : 19 ou 9 %, selon le scénario⁹.

Les pertes disproportionnées des ménages à faible revenu sont attribuables à un revenu de départ plus faible; le même montant absolu représente une part plus grande de leur revenu total que pour les ménages à revenu élevé. En outre, ils dépendent plus souvent des emplois à faible revenu du secteur des services, lourdement touché par les dommages aux bâtiments et infrastructures ainsi que les perturbations de la chaîne d'approvisionnement. Enfin, ils ont tendance à dépenser une plus grande proportion de leur salaire en transport et en logement, deux éléments fort vulnérables au climat.

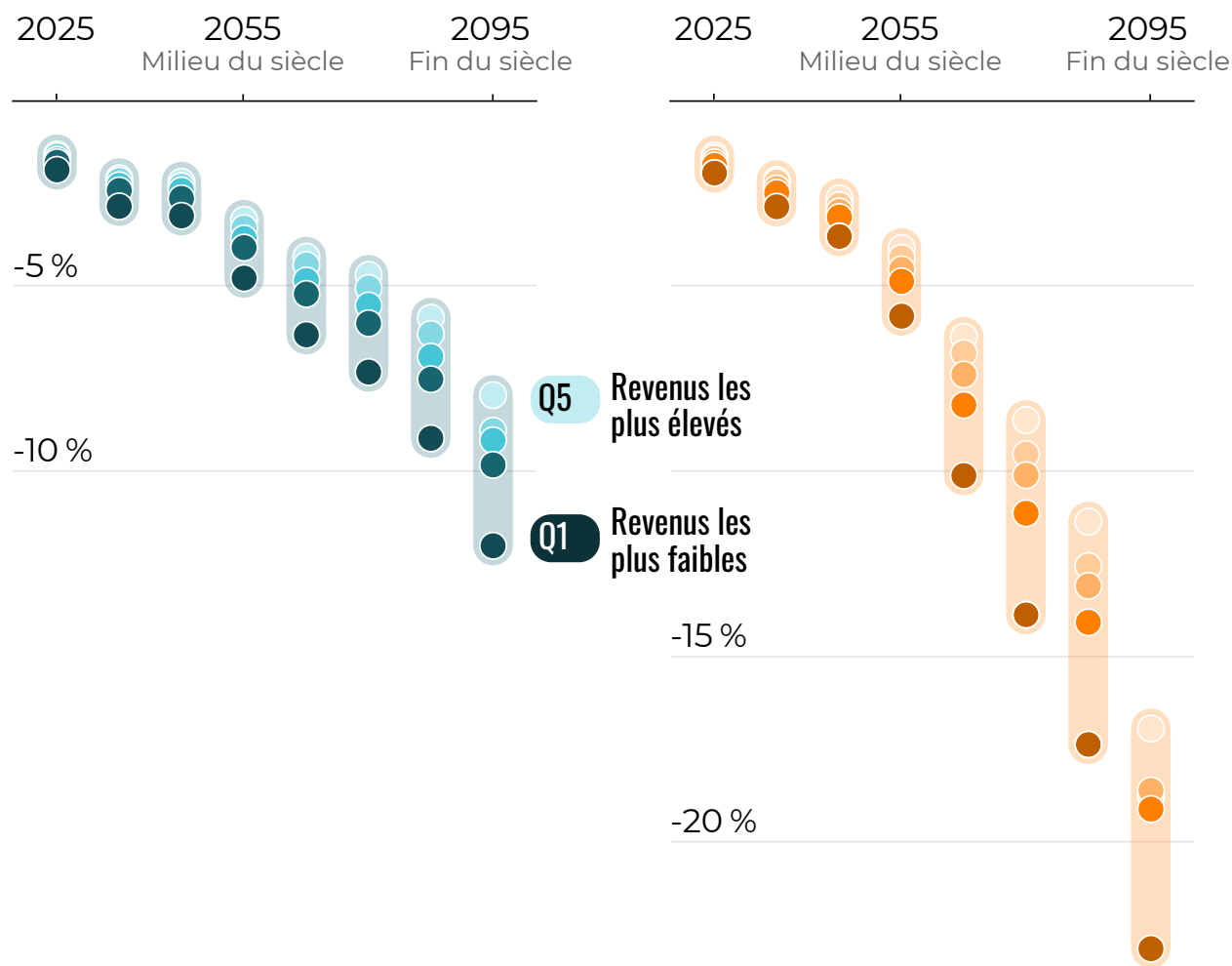
⁹ Ces valeurs diffèrent de celles illustrées à la figure 11, car elles se rapportent au groupe médian du troisième quintile de revenus et non de tous les groupes de revenus.

D'autres groupes dignes d'équité, comme les peuples autochtones, les groupes racisés, les nouveaux immigrants et les femmes, sont aussi surreprésentés dans les groupes à faible revenu (Statistique Canada, 2021;

Statistique Canada, 2022)¹⁰. Ainsi, les répercussions des changements climatiques risquent d'exacerber les inégalités sur plusieurs fronts.

Figure 11 : Les ménages à faible revenu seront les plus vulnérables aux changements climatiques, dans les scénarios d'émissions modérées comme élevées.

Pourcentage de différence dans le revenu des ménages par rapport au scénario de stabilité climatique



¹⁰ Les groupes dignes d'équité sont ceux dont la pleine participation à la société continue d'être entravée par des obstacles systémiques majeurs, notamment les groupes racisés, les peuples autochtones, les femmes, les nouveaux immigrants et les néo-Canadiens, les personnes en situation de handicap et la communauté LGBTQ2S+ (lesbienne, gaie, bisexuelle, transgenre, queer ou en questionnement et bispirituelle).

Une hausse des impôts pour couvrir les dommages climatiques

Dans tous les scénarios, les changements climatiques bousculent les budgets gouvernementaux; l'assiette fiscale rétrécit, contractant les recettes gouvernementales alors que les dépenses augmentent. Le remplacement et la réparation d'infrastructures endommagées, l'aide financière après les sinistres et les besoins accrus en santé grugent de plus en plus les budgets. Pour combler le manque, il faudra hausser les impôts pour maintenir les services, sans quoi ce sont les générations futures qui devront rembourser la dette. Dans un cas comme dans l'autre, des inefficacités fiscales viendront ajouter aux coûts.

Les gouvernements ont besoin de plus d'argent pour entretenir les infrastructures et maintenir les services.

Entre les catastrophes météorologiques, les mises à niveau et les réparations plus fréquentes d'infrastructures et les besoins croissants en santé, ils se trouvent aux prises avec des dépenses de plus en plus importantes. S'ils veulent maintenir les services malgré les dommages climatiques, ils devront augmenter l'impôt des particuliers et des entreprises pour compenser la baisse de production et, conséquemment, de recettes fiscales; autrement, les services devront être réduits. Dans les deux cas, ce sont les ménages qui essuieront l'inflation. Il serait aussi possible d'emprunter davantage, mais cela ne ferait que rejeter le fardeau sur les générations futures, qui devront payer la dette. Une hausse des impôts aurait comme conséquence indirecte de réduire l'efficacité

générale de l'économie, étant donné le coût différentiel associé à une augmentation des fonds publics.

Notre modélisation révèle que, dès 2025, tous les ordres de gouvernement verront leurs dépenses annuelles augmenter de 4 milliards de dollars pour couvrir les dommages climatiques. Pour assumer ces coûts sans sacrifier les services par rapport au scénario de référence, ils devront majorer l'impôt des particuliers et des entreprises d'en moyenne 0,4 % (tableau 9)¹¹.

Jusqu'au milieu du siècle dans les deux scénarios d'émissions, la part de l'État dans l'économie totale passe de 24 % à 25 %. Après la moitié du siècle dans le scénario d'émissions modérées, ce rythme de croissance se maintient jusqu'à ce que la part gouvernementale de l'économie dépasse de 3 % celle du scénario de référence. On parle ici d'une hausse différentielle des recettes par personne de 700 \$ par année (figure 12), ce qui correspond à une majoration de 1,4 % du taux d'imposition moyen (tableau 9).

Dans le scénario d'émissions élevées, la taille du gouvernement à la fin du siècle est plus grande dans le scénario de référence malgré les changements climatiques, mais les gains des gouvernements ralentissent, comme l'illustre la courbe en U inversé de la figure 12. C'est que la croissance annuelle du PIB chute rapidement loin sous celle du scénario de référence, diminuant les recettes des gouvernements. Comme les dommages s'accumulent, l'impôt doit augmenter de 2,7 % pour compenser l'augmentation des dépenses, ce qui se répercute indirectement sur l'économie. L'effet net à la fin du siècle est une légère augmentation de la taille du gouvernement, avec un gain par habitant de 300 \$, en baisse par rapport à un maximum de 730 \$ (figure 12).

¹¹ Mesurée selon le produit intérieur brut réel en termes de dépenses, en dollars de 2020.

Figure 12 : Les gouvernements devront augmenter les impôts pour couvrir les dommages climatiques, dans les scénarios d'émissions modérées comme élevées.

Imposition par personne par rapport au scénario de stabilité climatique

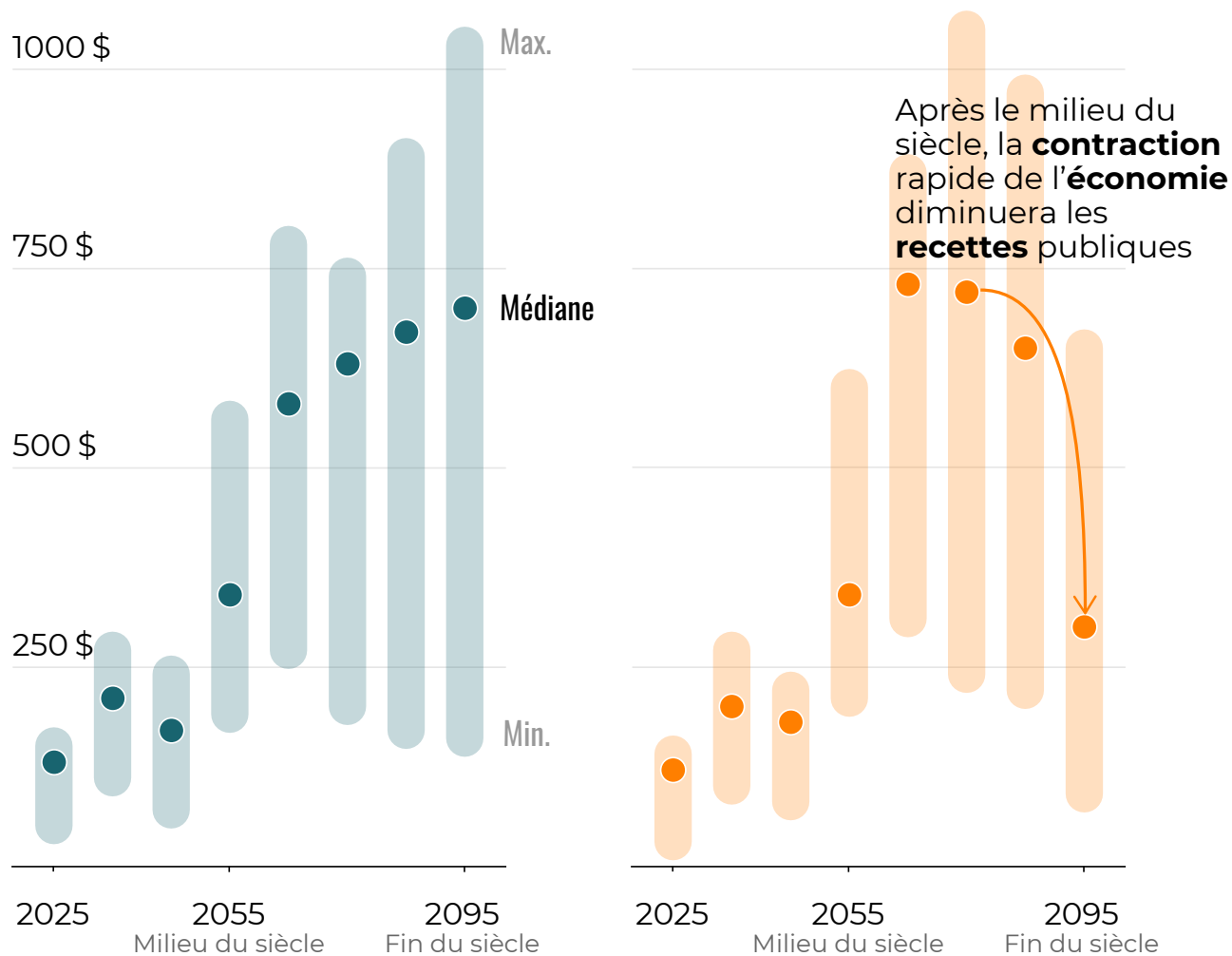


Tableau 9. Hausse de la plupart des dépenses gouvernementales par rapport au scénario de stabilité climatique

	Scénario d'émissions	2025	Milieu du siècle	Fin du siècle
Hausse progressive de la part gouvernementale de l'économie en raison des changements climatiques				
Quelle est la taille de la hausse ?	Élevées	4,6	17,6	23,6
Valeur en dollars (G\$ de 2020)	Modérées	5,3	17,6	55,1
À quel rythme s'agrandit la part gouvernementale ?	Élevées	7,9 %	7,8 %	-6,5 %
Évolution annuelle	Modérées	6,3 %	8,2 %	1,6 %
Quelle est la hausse par personne ?	Élevées	120 \$	340 \$	300 \$
Variation par personne	Modérées	130 \$	340 \$	700 \$
Variation dans la part gouvernementale totale de l'économie				
À quel rythme croît la part gouvernementale ?	Référence	1,71 %	1,53 %	1,69 %
Évolution annuelle	Élevées	1,79 %	1,62 %	1,52 %
	Modérées	1,80 %	1,62 %	1,68 %
Quelle est la variation dans la part gouvernementale ?	Référence	100 %	100 %	100 %
PIB par rapport au scénario de référence	Élevées	0,7 %	1,8 %	1,3 %
	Modérées	0,8 %	1,8 %	2,9 %
Variation dans les taux d'imposition des entreprises et des particuliers				
	Élevées	0,35 %	1,1 %	2,7 %
	Modérées	0,35 %	0,9 %	1,4 %

Les dommages climatiques nuisent aux investissements dans la productivité

Une économie prospère requiert des investissements pour générer des revenus et de la richesse. Notre modèle prévoit un ralentissement des investissements des entreprises canadiennes, des ménages et des investisseurs directs étrangers, qui sera préjudiciable à la productivité. Dans tous les scénarios d'émissions et de climats examinés, les investissements sont inférieurs au scénario de référence. D'ici le milieu du siècle, leur déclin s'accélère à mesure que les entreprises essuient des dommages infrastructurels et des pertes de productivité. À plus long terme, ce sont l'accumulation des coûts et la baisse de la production qui les font chuter.

Les investissements déclinent déjà à court terme, ralentissant plus vite que le revenu national. Dans nos simulations, ils descendent environ 7,5 milliards de dollars sous le scénario de référence d'ici 2025, une baisse équivalente à environ 2 % du total, ou à deux fois la réduction du PIB réel (figure 13 et tableau 10)¹². Plusieurs facteurs y contribuent : la disparition des économies des ménages avec l'inflation, l'affaiblisse-

ment de l'activité économique, et la hausse des coûts d'exploitation.

Le déclin des investissements accélère à moyen terme. Selon les projections d'ici 2055, le taux d'investissement chute plus rapidement que le PIB dans les deux scénarios d'émissions, une perte d'environ 3 %. Cette importante diminution des investissements n'est pas surprenante, car les entreprises doivent investir de plus en plus pour réparer les infrastructures et compenser la productivité en baisse. Dans le scénario d'émissions élevées, le ralentissement du PIB se répercute sur les investissements bien plus rapidement que dans le scénario d'émissions modérées. Le déclin et l'ajustement des investissements s'opèrent à plus long terme, classant l'investissement parmi les composantes du PIB qui tombent le plus bas.

Les investissements chutent abruptement au milieu du siècle, indiquant un risque important pour la productivité et la production à long terme. À mesure que les dommages climatiques s'accumulent, nos analyses montrent que les investissements connaissent une chute précipitée dans le scénario d'émissions élevées, les pertes bondissant de 3,5 % au milieu du siècle à 18 % à la fin du siècle (figure 13). C'est un coup énorme pour le commerce. Cependant, dans le scénario d'émissions modérées, les pertes après le milieu du siècle sont coupées de plus de moitié.



¹² Mesurée selon le produit intérieur brut réel en termes de dépenses, en dollars de 2020. Le modèle calcule les économies en fonction de la quantité de travail présumée, de sorte que le ratio relativement au revenu varie selon le temps de loisir des ménages.

Figure 13 : La chute des investissements s'accélérera à moyen terme, dans les scénarios d'émissions modérées comme élevées.

Pourcentage de différence dans les investissements privés par rapport au scénario de stabilité climatique

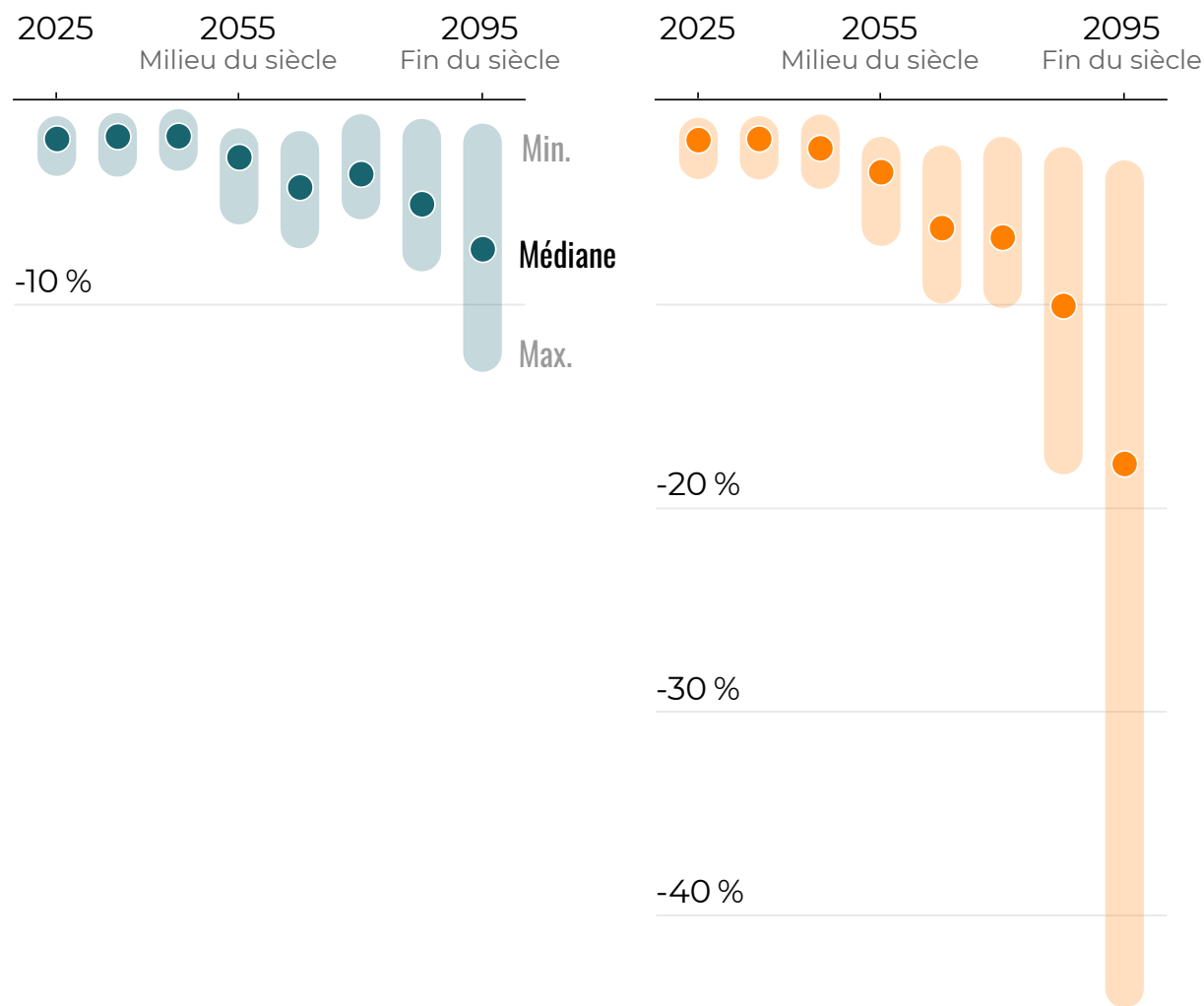
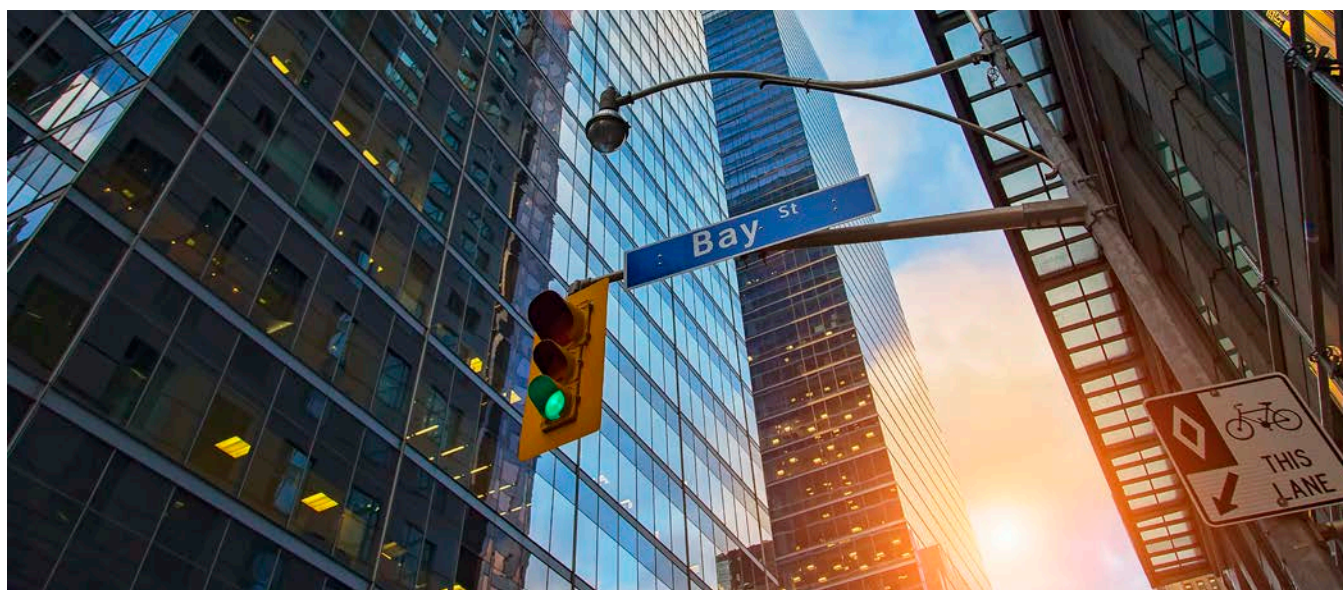


Tableau 10. Baisse des investissements privés par rapport au scénario de stabilité climatique

	Scénario d'émissions	2025	Milieu du siècle	Fin du siècle
Baisse progressive de l'investissement en raison des changements climatiques				
Quelle est la valeur des pertes ?	Élevées	-7,6	-20,4	-170,8
Valeur en dollars (G\$ de 2020)	Modérées	-7,4	-16,3	-76,6
À quel rythme s'aggravent les pertes ?	Élevées	-0,5 %	-6,0 %	-6,9 %
Évolution annuelle	Modérées	-0,2 %	-6,7 %	-5,2 %
Quelles sont les pertes par personne ?	Élevées	-190 \$	-390 \$	-2 180 \$
Baisse de l'investissement par personne	Modérées	-190 \$	-310 \$	-980 \$
Variation dans la part de l'investissement dans l'économie				
À quel rythme croît l'investissement ?	Référence	1,57 %	1,89 %	1,69 %
Évolution annuelle	Élevées	1,38 %	1,77 %	1,00 %
	Modérées	1,38 %	1,79 %	1,48 %
Quelle est la diminution cumulative de la part de l'investissement ?	Référence	100 %	100 %	100 %
Investissement par rapport au scénario de référence	Élevées	-1,9 %	-3,5 %	-17,8 %
	Modérées	-1,9 %	-2,8 %	-7,3 %



LES AVANTAGES DE L'ADAPTATION

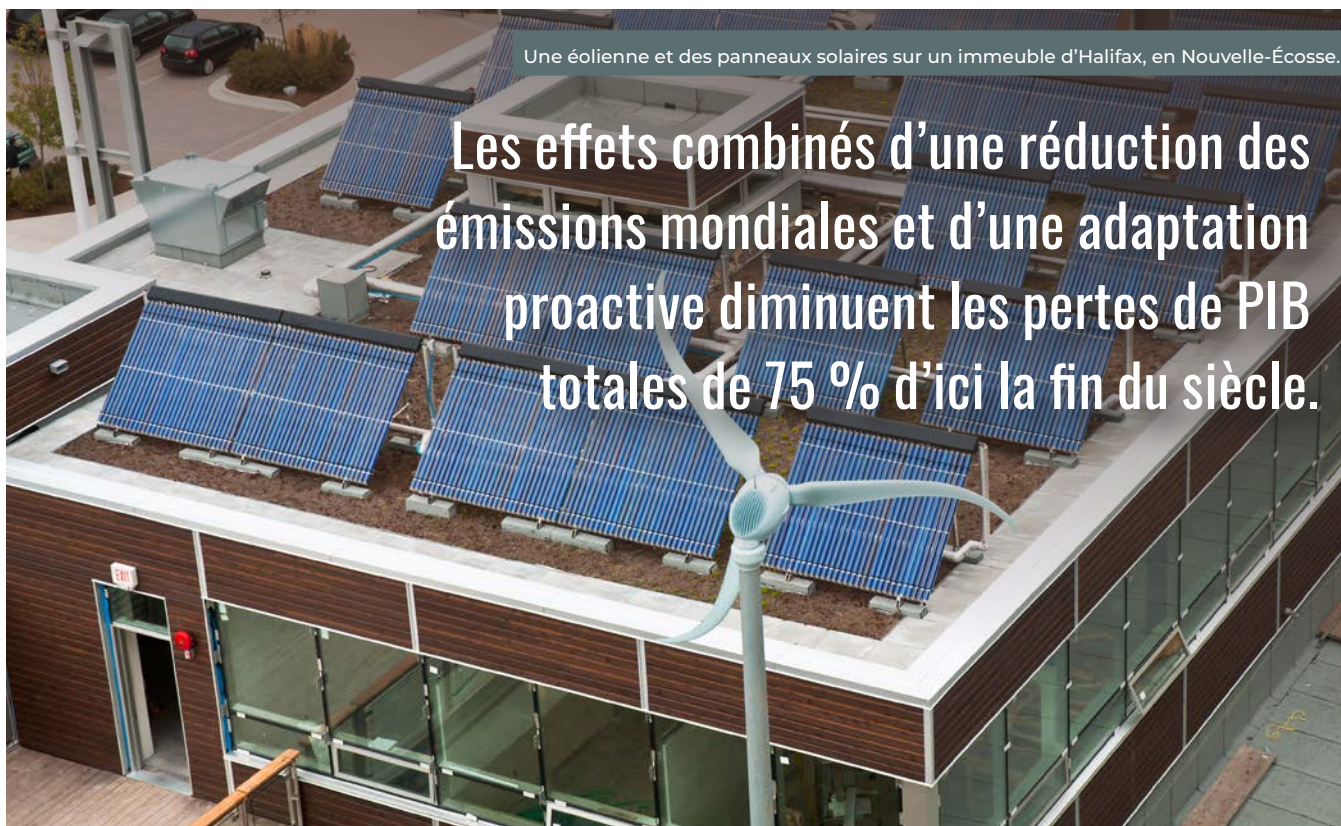
Bien que les dommages climatiques représentent une menace de taille pour le bien-être du Canada, des investissements proactifs dans l'adaptation et l'atteinte des cibles mondiales de réduction des émissions permettraient de diviser les coûts par quatre. Autrement dit, pour protéger la population des coûts des changements climatiques, il faut réduire considérablement les émissions nationales et internationales et procéder à un déploiement massif d'investissements et de politiques d'adaptation au Canada.

Dans la section précédente, nous avons établi que les coûts des changements climatiques augmentent avec les émissions mondiales. Ainsi, les efforts déployés dans le monde pour diminuer les émissions de gaz à effet permettraient de les réduire grandement. Mais en plus de ces efforts, une adaptation proactive peut aussi rapporter gros.

Des études antérieures ont prouvé les avantages de l'adaptation. Les études précédentes de la série Coût des changements climatiques – sur les dommages et les coûts pour la santé, les infrastructures et les infrastructures du Nord – comportaient toutes une analyse des bénéfices d'une adaptation proactive (tableau 2). Dans l'étude sur la santé, nous avons estimé les coûts de l'installation de dispositifs d'ombrage pour réduire les surchauffes estivales dans les usines de fabrication et mesuré les retombées positives pour la

productivité. Quant aux infrastructures du Canada et du Nord, nous avons estimé les coûts et les bénéfices d'installer des infrastructures adaptées (ex. : construire des dispositifs de protection côtière dans les zones à risque de submersion côtière) et d'incorporer des mesures de résilience des infrastructures aux cycles d'entretien et de remplacement existants (ex. : installer de l'asphalte plus résistant à la chaleur sur les routes et les autoroutes, excaver et remplacer les remblais des autoroutes nordiques dans les régions touchées par la fonte du pergélisol).

Au total, les études précédentes de la série ont quantifié les coûts et les bénéfices de l'adaptation pour 8 des 16 facettes des effets des changements climatiques. Afin de comparer exactement les effets macroéconomiques de l'adaptation par rapport à un scénario d'inaction prolongée, nous avons établi pour le présent rapport



Une éolienne et des panneaux solaires sur un immeuble d'Halifax, en Nouvelle-Écosse.

Les effets combinés d'une réduction des émissions mondiales et d'une adaptation proactive diminuent les pertes de PIB totales de 75 % d'ici la fin du siècle.

un ensemble unique de scénarios avec et sans adaptation. Autrement dit, nous avons créé un ensemble de scénarios distinct et plus restreint expressément pour mesurer les effets de l'adaptation sur les changements macroéconomiques.

De nombreuses mesures d'adaptation s'appliquant aux huit autres facettes exclues de cette modélisation ont déjà prouvé leur capacité à produire un important rendement dans d'autres contextes. Aussi croyons-nous que le déploiement de mesures d'adaptation dans plus de sphères et de secteurs touchés par les changements climatiques offrirait des bénéfices nets plus importants en plus de réduire les pertes économiques nationales.

Nous avons estimé les avantages sociétaux de l'adaptation de deux façons : en mesurant les pertes de revenu national évitées et en calculant les bénéfices nets de l'adaptation.

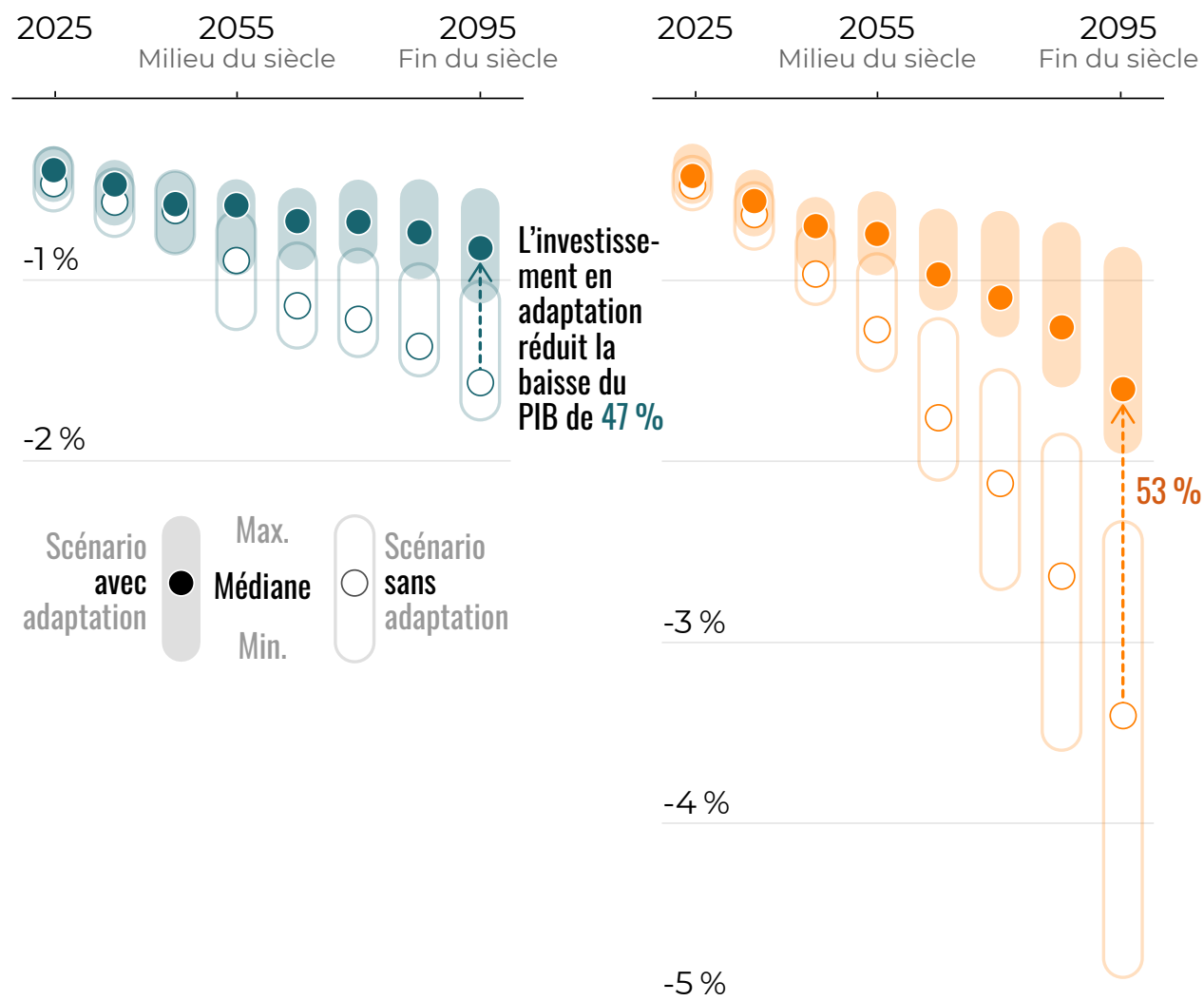
Les pertes de revenu national évitées grâce à l'adaptation sont majeures

La première approche reprend l'analyse réalisée plus haut dans le rapport. Nous avons ajouté au modèle les coûts directs de l'adaptation et des dommages associés pour mesurer les changements macroéconomiques. Les coûts indirects, qui se manifestent dans la chaîne d'approvisionnement et les marchés, ont aussi été mesurés par le modèle, en même temps que les bénéfices directs calculés dans les études ascendantes présentées au tableau 1 de la section 2.

La figure 14 illustre les résultats de la modélisation des huit facettes des effets des changements climatiques examinées, avec et sans mesures d'adaptation, pour les sept modèles climatiques et les deux scénarios d'émissions. Elle montre que l'investissement proactif dans l'adaptation entraîne une réduction considérable des dommages économiques globaux sur ces plans. Dans

Figure 14 : L'adaptation proactive réduit les coûts de moitié dans les scénarios d'émissions modérées comme élevées.

Pourcentage de différence dans l'ensemble de l'économie (PIB) par rapport au scénario de stabilité climatique, avec et sans adaptation



le scénario d'émissions modérées, les répercussions des changements climatiques chutent d'environ 35 % d'ici le milieu du siècle et de 50 % d'ici la fin, tandis que dans le scénario d'émissions élevées, elles sont coupées environ de moitié sur les deux horizons. Les effets combinés d'une réduction des émissions mondiales et d'une adaptation proactive diminuent les pertes de PIB totales de 75 % d'ici la fin du siècle.

Les investissements en adaptation génèrent d'importantes retombées sociales

Nous avons réalisé une analyse coûts-bénéfices à l'aide d'un cadre d'économie de bien-être, outil qui permet de déterminer les effets sur le bien-être collectif de

l'allocation des ressources dans une économie. Cette approche évite le sophisme de la vitre cassée en ne tenant compte que des avantages qui créent de la valeur et des coûts qui correspondent à des ressources réelles. Elle compare les coûts de l'adaptation à ses bénéfices directs et indirects et transpose le tout en dollars d'aujourd'hui pour refléter la valeur temps de l'argent. On considère qu'un investissement a des retombées sociales positives lorsque la valeur des avantages sociaux qu'il procure est supérieure à ses coûts.

Notes sur l'analyse coûts-bénéfices :

- ▶ Les coûts et les bénéfices directs de l'adaptation sont tirés des études ascendantes de la série Coûts des changements climatiques (tableau 2).
- ▶ Les bénéfices indirects sont estimés selon l'évolution du bien-être dans le modèle gTech. Dans ce modèle, le bien-être économique est lié au revenu national alloué à la consommation privée et aux loisirs. Il est mesuré en fonction de la perte de valeur économique pour les ménages et représente le coût social des dommages climatiques estimés.

- ▶ Il s'agit d'une analyse coûts-bénéfices partielle, ce qui signifie qu'elle omet des avantages non quantifiables de l'adaptation. Par conséquent, le bénéfice net projeté est probablement inférieur à la réalité.
- ▶ Nous avons effectué une analyse par la méthode de Monte-Carlo pour varier le taux d'actualisation réel et rendre compte des écarts importants entre les scénarios d'émissions. En tout, nous avons réalisé 5 000 simulations pour mesurer la valeur actualisée nette des bénéfices sociétaux nets de l'adaptation – autrement dit, pour déterminer si les bénéfices des mesures d'adaptation surpassent les coûts.

Le tableau 11 présente les résultats de l'analyse coûts-bénéfices. Dans toutes les simulations, la valeur actualisée nette est largement positive, ce qui indique qu'il est avantageux pour la société de réaliser un large éventail d'investissements en adaptation. En effet, ces investissements rapportent des dividendes substantiels, affichant un ratio coûts-bénéfices d'environ 13 à 15, c'est-à-dire que chaque dollar investi en adaptation génère

Tableau 11. Retombées économiques majeures de l'adaptation proactive

	Coûts	Bénéfices directs	Bénéfices indirects	Bénéfices nets
Valeur nette actuelle (G\$ de 2020) (actualisée selon des taux [réels] de 0,5, 1 et 2 % sur 75 ans)				
Émissions modérées	85	411	743	1 069
Émissions élevées	118	696	660	1 237
Ratio bénéfices-coûts (b/c)				
Émissions modérées	S. O.	5,2	9,5	14,7
Émissions élevées		6,4	6,1	12,5

13 à 15 \$ de bénéfices. Ce ratio élevé (le rapport entre les bénéfices et les coûts) fait valoir l'importance des bénéfices indirects de l'adaptation pour combattre les dommages climatiques qui infiltrent l'économie. Si de nombreux coûts sont à court terme, les bénéfices le sont aussi; les retombées sociétales des dépenses engagées ne se feront pas nécessairement attendre longtemps.

Le tableau 11 illustre un constat important : les bénéfices indirects et généralisés de l'adaptation pour l'économie sont bien plus élevés que les bénéfices directs. Les bénéfices économiques généralisés révélés par notre analyse amplifient les bénéfices directs normalement calculés pour les mesures d'adaptation par un facteur d'au moins deux.



5 CONSTATS PRINCIPAUX

Frein majeur et croissant à la prospérité du Canada, les dommages climatiques affligeront les ménages de façon disproportionnée en faisant augmenter le coût de la vie. Après des années passées à quantifier les conséquences économiques des changements climatiques, il est désormais clair que le Canada ne peut pas se permettre l'inaction.

D'après notre modélisation et nos analyses, les changements climatiques causent déjà des dommages généralisés et des pertes économiques coûteuses et ont peu de retombées positives, et les dommages nets ne feront que croître exponentiellement. Si la population constate déjà les dommages aux infrastructures que causent les catastrophes météorologiques et les inondations, notre analyse expose des pertes plus opaques et insidieuses, notamment les pertes de productivité et d'emploi, d'investissements et de revenus des ménages. Nos études montrent que les conséquences directes des changements climatiques seront indirectement amplifiées de bien des façons à cause d'interactions avec la chaîne d'approvisionnement et les marchés.

Nous avons été particulièrement surpris de la portée et de l'ampleur des dommages à prévoir à très court terme (d'ici 2025) : la perte annuelle de PIB atteindra 25 millions de dollars en 2025, ce qui équivaut à 620 \$ par personne chaque année.

D'après les résultats, le gros de la menace climatique pour l'économie du Canada provient de quatre risques majeurs qui doivent être ciblés par des politiques d'atténuation pour réduire les dommages :

- 1. Les changements climatiques constituent un risque macroéconomique de taille pour la prospérité.** Le réchauffement et l'instabilité du climat érodent les revenus et le bien-être de la population du Canada en réduisant la productivité, en accélérant la détérioration des infrastructures, en détruisant des biens et en compromettant la santé. Pour chacun des 84 scénarios de changements climatiques, les indicateurs macroéconomiques laissent présager des dommages économiques importants, dont une baisse du PIB par rapport au scénario de référence, une hausse des dépenses gouvernementales et de l'imposition s'ajoutant aux coûts directs, une perte de revenus des ménages, une augmentation du chômage, un ralentissement des investissements des entreprises, et une diminution de la compétitivité. Ces problèmes touchent la plupart des régions et des secteurs. Par ailleurs, les dommages réels risquent d'être considérablement plus élevés que les projections, car de nombreuses répercussions ne peuvent être ni quantifiées ni représentées en dollars, sans compter la possibilité que des changements climatiques plus extrêmes se manifestent.

2. Les changements climatiques menacent l'abordabilité pour les ménages au Canada, particulièrement dans les populations vulnérables.

Ils sont certes un frein important pour le PIB, mais ce sont les ménages qui en souffriront le plus. Dans tous les scénarios modélisés, les ménages au Canada perdent au change, les ménages à faible revenu étant les plus durement touchés. Non seulement subiront-ils les répercussions directes croissantes des catastrophes météorologiques et des autres dommages climatiques, comme la perte ou le bris de résidences et de biens privés, mais ils devront aussi affronter les conséquences substantielles de risques macroéconomiques plus larges. D'abord, l'impôt des particuliers devra augmenter pour couvrir les dépenses gouvernementales engendrées par les dommages, ce qui réduira les revenus disponibles. Ensuite, les changements climatiques réduiront la productivité et feront grimper le chômage – un autre coup pour les revenus. Enfin, les perturbations de la chaîne d'approvisionnement feront augmenter les prix des produits. En outre, compte tenu des vulnérabilités socioéconomiques existantes, les changements climatiques viendront amplifier le risque pour les populations vulnérables; les ménages à faible revenu, l'Alberta et le Nord seront touchés de façon disproportionnée. Si les générations d'aujourd'hui sont déjà sous pression, ce sont surtout les générations futures qui devront essuyer les coûts des dommages grandissants.

3. L'économie canadienne est fort vulnérable au climat, un risque majeur pour les entreprises et les investisseurs.

Presque aucun secteur économique du pays n'est immunisé contre les changements climatiques. Les dommages climatiques engendreront des pertes nettes dans la plupart des secteurs, en réduisant la productivité et la production, le rendement des investissements et le taux d'emploi. Même le boom de la construction, qui peut sembler une bonne nouvelle, n'est qu'un exemple du sophisme de la vitre cassée. Les

investissements publics et privés pour réparer les dommages stimulent la croissance du secteur, mais détournent des ressources de la production et de la consommation de biens et de services ailleurs dans l'économie, réduisant les revenus et érodant la richesse des entreprises et des particuliers. Dès lors, les investisseurs – des caisses de retraite aux particuliers – encaisseront des rendements de plus en plus faibles sur le capital investi dans les entreprises, l'immobilier, les infrastructures et les autres biens du Canada.

4. Les changements climatiques posent un risque fiscal qui menace de bouleverser les dépenses gouvernementales.

Les recettes publiques se contracteront alors que les dépenses devront augmenter. Les dommages partout dans l'économie entraîneront une baisse relative des recettes de l'impôt des entreprises et des particuliers, et il faudra déboursier davantage pour soutenir les sinistrés, remplacer et réparer les infrastructures endommagées et éponger les coûts en santé. Sans compter que ces effets interagissent : malgré le ralentissement grandissant de la croissance économique, les gouvernements seront contraints d'augmenter leurs dépenses pour répondre aux pressions d'un climat de plus en plus chaud et instable, ce qui ajoutera un fardeau fiscal à l'économie. Les gouvernements auront alors trois options : augmenter l'impôt pour maintenir les services, alourdir la dette publique, ou réduire les services pour réallouer des ressources aux dommages climatiques croissants.

Lorsque combinées, la réduction des émissions et l'adaptation proactive sont nos meilleures options pour réduire les risques.

Bien que la réduction des émissions et l'adaptation proactive génèrent toutes deux des retombées économiques, c'est en les combinant qu'on obtient le plus de résultats et de bénéfices. Ensemble, l'atténuation et l'adaptation peuvent réduire les pressions des changements climatiques sur le revenu national de 75 % pour les facettes modélisées. Une baisse substan-

tielle des émissions mondiales de gaz à effet de serre diminuerait considérablement les répercussions sur l'économie, particulièrement après le milieu du siècle, où les dommages sont plus de deux fois moindres dans le scénario d'émissions modérées que dans le scénario d'émissions élevées. En outre, une adaptation proactive pour parer les infrastructures, les entreprises et les ménages au climat rapporte beaucoup dans les deux scénarios d'émissions, et les bénéfices sont presque immédiats dans toutes les simulations. Les mesures d'adaptation modélisées affichent un rendement du capital investi de 13 à 15 \$ pour chaque dollar. Dans le scénario d'émissions élevées, les dommages au PIB sur toute la période simulée peuvent être coupés de moitié grâce à une adaptation proactive favorisant la résilience. Dans le scénario d'émissions modérées, les pertes de PIB sont réduites de moitié dans la deuxième demie du siècle.

Enfin, on ne saurait trop insister sur le fait que les risques nommés ici ne forment que la pointe de l'iceberg. Les changements climatiques présentent un large éventail de risques économiques, dont beaucoup demeurent inconnus ou impossibles à quantifier (figure 2). Bien que notre évaluation se soit concentrée sur un petit nombre de répercussions économiques quantifiables à ce jour, l'analyse et la modélisation ont révélé d'importants dommages économiques.

Trois choses sont limpides : les dommages climatiques sont un frein majeur et grandissant à l'économie du Canada, les ménages du pays devront porter le fardeau de ces coûts, et les meilleures armes pour réduire considérablement ces derniers sont la réduction des émissions et l'adaptation proactive.



RECOMMANDATIONS

Ce rapport démontre toute l'ampleur des dommages climatiques qui guettent le Canada. Les changements climatiques posent un risque de taille pour l'économie du pays et la prospérité de la population; ils se répercuteront sur notre travail, nos loisirs et nos sources de revenus.

De cette analyse émergent plusieurs impératifs politiques généraux.

Dans l'ensemble, les gouvernements doivent commencer à prendre en compte les risques macroéconomiques des changements climatiques et les avantages macroéconomiques des politiques proactives. Nous recommandons que les futures politiques économiques du Canada reconnaissent la gravité des conséquences et des risques économiques des changements climatiques et l'urgence d'investir dans l'adaptation par les moyens suivants :

1. Les gouvernements doivent intégrer les répercussions climatiques et les politiques d'adaptation à leurs orientations économiques.

Plus précisément, tous les ordres de gouvernement devraient systématiquement tenir compte des dommages climatiques et des coûts et bénéfices de l'adaptation dans leurs analyses et décisions économiques : processus budgétaires, projections économiques à court et à long terme, analyses de scénarios et simulations de crise. Ils doivent aussi

compter l'adaptation et la résilience aux changements climatiques dans leurs dépenses programmatiques et infrastructurelles en considérant les éventuels coûts des dommages climatiques et les bénéfices d'une résilience accrue dans toutes les décisions. Les coûts majeurs et bien réels de l'inaction doivent également entrer en balance dans l'évaluation des répercussions économiques des politiques d'adaptation et d'atténuation.

2. Les gouvernements doivent encourager (voire imposer) la prise en compte des risques climatiques dans les décisions du secteur privé.

Les risques physiques associés à l'évolution du climat menacent – directement et indirectement – la durabilité et la viabilité de l'économie du Canada. Les entreprises, le secteur privé et les marchés de capitaux ont beaucoup de chemin à faire pour ce qui est d'incorporer les risques climatiques physiques et les mesures d'atténuation aux pratiques de gestion des risques. Les autorités de réglementation et les gouvernements fédéraux, provinciaux et territoriaux doivent accélérer les initiatives de divulgation

des risques climatiques et donner au secteur privé les renseignements et les scénarios dont il a besoin pour analyser et divulguer ces risques.

3. Les gouvernements doivent prendre des mesures d'adaptation proportionnelles aux risques qui guettent le Canada.

Nos résultats montrent que les changements climatiques auront des répercussions majeures et fort variées sur l'économie canadienne, mais que les mesures d'adaptation permettront d'éviter ou d'atténuer les risques de façon considérable, peu importe le scénario d'émissions. Que les émissions soient modérées ou élevées, l'adaptation proactive est un investissement sûr qui rapportera de 13 à 15 \$ par dollar investi. Toutefois, l'écart entre les besoins et les initiatives d'adaptation continue de se creuser au Canada. Les gouvernements doivent immédiatement déployer des politiques et des investissements proportionnels aux risques économiques associés aux dommages climatiques, à commencer par l'engagement du gouvernement fédéral à multiplier les politiques, les initiatives et les investissements énergiques dans la Stratégie nationale d'adaptation à venir.

4. Les gouvernements doivent redoubler d'efforts pour réduire radicalement les émissions au Canada et à l'international.

Tous les ordres de gouvernement doivent déployer des politiques robustes conformes aux recherches en science du climat et aux cibles de carboneutralité pour réduire sans tarder les émissions. Pour connaître nos recommandations générales sur la

réduction des émissions au Canada, voir le rapport *Vers un Canada carboneutre* (Dion et coll. 2021). De plus, la réduction des émissions étant un enjeu mondial, les gouvernements devraient utiliser leur influence pour encourager des initiatives internationales. Il est crucial pour ralentir la course des changements climatiques de réduire les concentrations mondiales de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Sans baisse substantielle des émissions, les mesures d'adaptation du Canada ne suffiront pas à contrer bon nombre de menaces climatiques grandissantes.

5. Les gouvernements doivent investir pour comprendre les risques économiques qui n'ont pas encore été modélisés et s'y préparer.

Bien qu'ils ne constituent que la pointe de l'iceberg, les risques économiques énoncés dans ce rapport devraient être amplement suffisants pour impulser une forte accélération des politiques d'adaptation et d'atténuation. Cependant, de nombreux autres risques susceptibles de bouleverser profondément l'économie canadienne se cachent sous la surface : perturbations de la chaîne d'approvisionnement, interruptions du commerce international, effondrement d'écosystèmes, etc. Si nous ne disposons pas encore de données complètes, les gouvernements doivent néanmoins déployer des mesures d'adaptation et d'atténuation sur-le-champ, tout en investissant urgemment dans la recherche, la collecte de données, l'élaboration de scénarios et l'analyse des répercussions économiques pour mieux comprendre la pleine portée des risques économiques que représentent les changements climatiques.

GLOSSAIRE

ADAPTATION Mesures visant à limiter les pertes et les dommages causés par les changements climatiques actuels et attendus et à tirer parti de nouvelles possibilités.

POLITIQUE D'ADAPTATION Politique qui renforce la capacité d'adaptation; législation qui confère des forces, des caractéristiques et des ressources utiles pour l'adaptation aux changements climatiques.

CAPACITÉ D'ADAPTATION Forces, aptitudes et ressources dont dispose une personne, une collectivité, une société ou une organisation pour s'adapter aux changements climatiques.

SOPHISME DE LA VITRE CASSÉE Concept économique erroné voulant que la réparation de dommages et de bris génère un bénéfice net pour la société et l'économie. Cet argument est fallacieux, car en consacrant des sommes à ces réparations plutôt qu'à la création de nouveaux produits et services, on peut avoir l'impression de stimuler une partie de l'économie, alors qu'en vérité on entraîne un manque à gagner substantiel qui engendre des résultats économiques négatifs.

CLIMAT Conditions météorologiques moyennes dans un endroit donné sur une longue période, généralement au moins 30 ans.

CHANGEMENTS CLIMATIQUES Évolution du climat de la Terre, principalement causée par l'utilisation de combustibles fossiles, qui émettent des gaz emprisonnant la chaleur dans l'atmosphère. La principale manifestation en est un réchauffement de la planète, mais on observe aussi une hausse du niveau des mers, la fonte de champs de neige et de glace auparavant dits perpétuels, et l'accentuation des conditions météorologiques extrêmes.

ATTÉNUATION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES Réduction de la gravité des effets des changements climatiques par la prévention ou la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, ou encore par la séquestration du gaz carbonique au moyen de procédés naturels ou technologiques.

MODÈLE CLIMATIQUE Simulation climatique prenant appui sur des processus physiques documentés. Aussi appelés modèles de circulation générale (MCG), les modèles climatiques mondiaux utilisent des équations mathématiques pour définir les interactions de l'énergie et de la matière à différents points de l'océan, de l'atmosphère et de la masse terrestre.

- PROJECTION CLIMATIQUE** Réponse simulée du système climatique à un scénario futur d'émissions ou de concentration de gaz à effet de serre et d'aérosols, habituellement dérivée de modèles climatiques. Les projections climatiques se distinguent des prévisions climatiques par leur dépendance au scénario d'émissions, de concentration ou de forçage radiatif utilisé, qui prend lui-même appui sur des hypothèses relatives, par exemple, aux éventuels développements socioéconomiques et technologiques.
- ALÉA CLIMATIQUE** Événement physique potentiel d'origine climatique susceptible d'entraîner des décès ou des blessures, ainsi que des pertes ou des dommages touchant les biens matériels, les infrastructures, la prestation de services ou les ressources environnementales. En raison des changements climatiques, on prévoit que la fréquence de certains aléas continuera d'augmenter.
- DIVULGATION DES RISQUES CLIMATIQUES** Pratique adoptée par certaines entreprises et institutions financières qui consiste à divulguer les risques qu'elles courent en lien avec les répercussions physiques des changements climatiques et la transition vers une économie sobre en carbone, pour encourager la préparation à ces risques et aider les investisseurs à prendre des décisions éclairées.
- MODÈLE D'ÉQUILIBRE GÉNÉRAL CALCULABLE** Modèle numérique à grande échelle conjuguant théorie économique et données réelles pour prédire les effets d'une politique ou d'un bouleversement sur l'économie. Ce type de modèle vise à décrire l'évolution de la structure de l'économie selon les comportements adoptés par divers agents (entreprises, ménages, gouvernements) en réaction aux politiques.
- COÛT** Somme à payer ou à dépenser pour obtenir quelque chose.
- ANALYSE COÛTS-AVANTAGES** Processus systématique d'analyse des décisions consistant à additionner les bénéfices potentiels d'une action et à en soustraire les coûts associés.
- DOMMAGES** Ampleur des pertes ou des ralentissements économiques attribuables aux changements climatiques. Sont comprises dans ce calcul les pertes physiques, sociales et économiques.
- CATASTROPHE** Perturbation importante du fonctionnement normal d'une collectivité ou d'une société en raison de l'interaction d'un phénomène physique dangereux et de vulnérabilités sociales, qui entraîne des répercussions négatives étendues sur la population, les infrastructures, l'économie ou l'environnement. Ces répercussions requièrent une intervention d'urgence, parfois assortie d'une aide externe au rétablissement.
- TAUX D'ACTUALISATION** Taux utilisé pour déterminer la valeur actualisée d'un montant d'argent afin d'exprimer un flux de trésorerie futur en dollars d'aujourd'hui.
- FREIN ÉCONOMIQUE** Élément causant un ralentissement de l'activité économique.

- PRODUCTION ÉCONOMIQUE** Valeur totale des biens et services produits dans un pays ou par un secteur économique donné.
- EXPOSITION** Présence d'humains, de moyens de subsistance, de ressources et de services environnementaux, d'infrastructures ou d'actifs économiques, sociaux ou culturels dans des endroits qui pourraient subir les conséquences négatives des changements climatiques.
- PHÉNOMÈNE MÉTÉOROLOGIQUE EXTRÊME** Événement survenant lorsqu'une variable météorologique (comme la température) prend une valeur hors de ses limites inférieures ou supérieures habituelles. Souvent de courte durée, ces phénomènes comprennent les vagues de chaleur, les tempêtes de verglas, les pluies torrentielles, les tornades, les cyclones tropicaux et les inondations.
- CARTE DES ZONES INONDABLES** Représentation de la répartition des zones susceptibles d'être périodiquement touchées par des submersions côtières ou des inondations intérieures. Une carte des zones ou des plaines inondables montre habituellement les courbes d'élévation du sol, l'emplacement des bâtiments et des routes et l'étendue horizontale du niveau d'eau élevé pour une ou plusieurs inondations, par exemple celles à récurrence de 100 ans. Au Canada, ces cartes sont habituellement dressées par une autorité provinciale ou une municipalité.
- RÉSOLUTION SPATIALE** Degré de détail avec lequel une analyse représente l'emplacement et la forme des caractéristiques géographiques.
- PRODUIT INTÉRIEUR BRUT (PIB) OU REVENU NATIONAL** Mesure de la valeur ajoutée ou du revenu national généré par la production de biens et de services à l'intérieur des frontières d'un pays. Cette mesure tient compte de l'ensemble de la consommation privée et publique, des dépenses de l'État, des investissements, des ajouts aux stocks du secteur privé, des coûts de construction déboursés et de la balance commerciale. Les exportations sont ajoutées à la valeur globale du PIB, tandis que les importations en sont retranchées.
- REVENU DES MÉNAGES** Revenu brut de tous les membres d'un ménage, y compris les conjoints et personnes à charge, au-dessus d'un âge donné. Cette mesure est un bon indicateur du niveau de vie.
- RÉPERCUSSIONS** Effets sur les systèmes naturels et humains. Dans le présent rapport, ce terme désigne les effets des événements physiques, des catastrophes ou des changements climatiques.
- INVESTISSEMENT** Élément d'actif ou autre acquis dans le but de générer des revenus ou une plus-value. L'intention n'est pas de consommer le bien, mais de créer de la richesse à long terme.
- EFFET MACROÉCONOMIQUE** Changement du niveau d'activité économique causé par une politique ou d'une dépense.

- VALEUR NETTE ACTUELLE** Valeur actuelle d'un flux de trésorerie futur. Cette valeur dépend de l'intervalle entre le moment actuel et la survenue du flux de trésorerie, ainsi que du taux d'actualisation hypothétique.
- PERGÉLISOL** Sol dont la température demeure inférieure à 0 °C pendant au moins deux années consécutives.
- PRODUCTIVITÉ** Mesure de la production par unité d'intrant (main-d'œuvre, capital, autres ressources). La productivité de l'économie est souvent calculée sous forme de rapport entre le produit intérieur brut et les heures travaillées.
- PROSPÉRITÉ** Niveau de richesse d'un pays, qui tient compte de la croissance, de la sécurité et de la compétitivité sur le plan économique.
- RÉSILIENCE** Capacité d'un système physique, social ou écologique et de ses composantes à anticiper et à absorber les effets d'une catastrophe, à s'y adapter et à s'en remettre de façon rapide et efficace.
- RISQUE** Conséquences potentielles lorsque quelque chose de valeur est en jeu et que le résultat est incertain. On représente souvent le risque comme une combinaison de la probabilité d'une tendance ou d'un événement dangereux et des répercussions éventuelles de cette tendance ou de cet événement. Le risque découle de l'interaction entre vulnérabilité, exposition et danger. Dans le présent rapport, ce terme est surtout utilisé pour désigner les risques associés aux répercussions des changements climatiques.
- SENSIBILITÉ OU SUSCEPTIBILITÉ** Mesure dans laquelle une personne, un actif, un ménage, une collectivité, une entreprise ou un écosystème est touché, négativement ou positivement, par les changements climatiques.
- SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE OÙ LE CLIMAT EST STABLE (SCÉNARIO DE STABILITÉ)** Structure économique en place au Canada en 2015, selon les données de Statistique Canada. Ce point de référence permet d'évaluer les effets récents des changements climatiques sur le plan macroéconomique. Dans le scénario de stabilité, aucun changement climatique ne survient après 2015. Cette base sert de point de comparaison pour les scénarios de changements climatiques.
- SIMULATION DE CRISE** Technique de simulation par ordinateur utilisée pour mettre à l'essai la résilience des institutions et des portefeuilles d'investissement en cas de bouleversements financiers futurs.
- CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT** Réseau d'entreprises et de personnes participant à la production et à la distribution d'un produit ou d'un service.
- VULNÉRABILITÉ** Mesure dans laquelle un système est soumis ou incapable de s'adapter aux effets négatifs des changements climatiques, y compris les variations et les extrêmes climatiques.

RÉFÉRENCES

Alam, Rafat, Shahidul Islam, Eric Mosely, Sean Thomas, Virginie Dowdell et Dawn Doel. 2017. *Rapid Impact Assessment of Fort McMurray Wildfire*, Institut de prévention des sinistres catastrophiques. <https://www.iclr.org/wp-content/uploads/2019/08/Rapid-Impact-Assessment-of-Fort-McMurray-Wildfire.pdf>.

Arnold, Jonathan, Rachel Samson, Weseem Ahmed, Dale Beugin et Julien Bourque. 2020. *11 façons de mesurer la croissance propre*, Institut climatique du Canada. <https://institutclimatique.ca/reports/indicateurs-de-croissance/>.

Boucher, Dominique, Yan Boulanger, Isabelle Aubin, Pierre Y. Bernier, André Beaudoin, Luc Guindon et Sylvie Gauthier. 2018. « Current and Projected Cumulative Impacts of Fire, Drought, and Insects on Timber Volumes across Canada », *Ecological Applications* 28 (5) : 1245-1259. <https://doi.org/10.1002/EAP.1724>.

Bureau d'assurance du Canada (BAC). 2022. « En 2021, le temps violent a causé des dommages de 2,1 milliards \$ aux biens assurés », communiqué de presse, 18 janvier, [http://www.abc.ca/fr/ns/ressources/centre-des-m%C3%A9dias/communiqu%C3%A9s-de-presse/en-2021-le-temps-violent-a-caus%C3%A9-des-dommages-de-2-1-milliards-\\$-aux-biens-assur%C3%A9s](http://www.abc.ca/fr/ns/ressources/centre-des-m%C3%A9dias/communiqu%C3%A9s-de-presse/en-2021-le-temps-violent-a-caus%C3%A9-des-dommages-de-2-1-milliards-$-aux-biens-assur%C3%A9s).

Bureau du directeur parlementaire du budget du Canada. 2019. *Comparaison des projections à long terme du DPB et du ministère des Finances Canada*, Ottawa (Ontario). <https://distribution-a617274656661637473.pbo-dpb.ca/f000fcbce-37796d00861e00cc82a96f259b5d70e3e7b7fb1816caf5ca08a7a24>.

Burke, Marshall, Solomon M. Hsiang et Edward Miguel. 2015. « Global Non-Linear Effect of Temperature on Economic Production », *Nature* 527 (7577) : 235-239. <https://doi.org/10.1038/nature15725>.

Carew, R., T. Meng, W. J. Florkowski, R. Smith et D. Blair. 2017. « Climate change impacts on hard red spring wheat yield and production risk: evidence from Manitoba, Canada », *Canadian Journal of Plant Science* 98 (3) : 782-795.

Clark, Dylan, Dena Coffman, Ryan Ness, Isabelle Bujold et Dale Beugin. 2022. *Plein Nord : faire face aux coûts des changements climatiques pour les infrastructures du Nord*, Institut climatique du Canada. <https://climateinstitute.ca/wp-content/uploads/2022/06/Plein-Nord.pdf>.

Clark, Dylan, Ryan Ness, Dena Coffman et Dale Beugin. 2021. *Les coûts des changements climatiques pour la santé : comment le Canada peut s'adapter, se préparer et sauver des vies*, Institut climatique du Canada. <https://institutclimatique.ca/reports/les-coûts-des-changements-climatiques-pour-la-santé/>.

Climate Action Tracker. 2021. *The CAT Thermometer*. <https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer/>.

Dahlby, Bev et Ergete Ferede. 2018. « The Marginal Cost of Public Funds and the Laffer Curve: Evidence from the Canadian Provinces », *FinanzArchiv: Public Finance Analysis*, Mohr Siebeck, Tübingen, 74 (2) : 173-199.

Dion, Jason, Anna Kanduth, Jeremy Moorhouse et Dale Beugin. 2021. *Vers un Canada carboneutre : s'inscrire dans la transition globale*, Institut climatique du Canada. <https://institutclimatique.ca/reports/vers-un-canada-carboneutre/>.

Données climatiques Canada. S. d. *Comprendre les ensembles multimodèles*. <https://donneesclimatiques.ca/ressource/comprendre-les-ensembles-multimodeles/>.

Eyzaguirre, Jimena, Cedar Morton, Collete Wabnitz, Michael Copage et Robert McLeman. 2021. « Dimensions internationales », *Le Canada dans un climat en changement : rapport sur les enjeux nationaux*, dir. F. J. Warren et N. Lulham, Ottawa (Ontario), gouvernement du Canada.

Hamilton, Jacqueline M., David J. Maddison et Richard S. J. Tol. 2005. « Effects of Climate Change on International Tourism », *Climate Research* 29 (3) : 245-254.

- Hsiang, Solomon, Robert Kopp, Amir Jina, James Rising, Michael Delgado, Shashank Mohan, D. J. Rasmussen et coll. 2017. « Estimating Economic Damage from Climate Change in the United States », *Science* 356 (6345) : 1362-1369.
- Jin, Z., E. A. Ainsworth, A. D. Leakey et D. B. Lobell. 2018. « Increasing drought and diminishing benefits of elevated carbon dioxide for soybean yields across the US Midwest », *Global change biology* 24 (2) : e522-e533.
- Jing, Q., T. Huffman, J. Shang, J. Liu, E. Pattey, M. Morrison, G. Jago et B. Qian. 2017. « Modelling soybean yield responses to seeding date under projected climate change scenarios », *Canadian Journal of Plant Science* 97 : 1152-1164.
- Lafakis, Chris, Laura Ratz, Emily Fazio et Maria Cosma. 2019. *The Economic Implications of Climate Change*, Moody's Analytics. <http://wedocs.unep.org>.
- Moss, R. H., J. A. Edmonds, K. A. Hibbard, M. R. Manning, S. K. Rose, D. P. van Vuuren, T. R. Carter, D. Emori, M. Kainuma, T. Kram, G. A. Meehl, J. F. B. Mitchell, N. Nakicenovic, K. Riahi, S. J. Smith, R. J. Stouffer, A. M. Thomson, J. P. Weyant et T. J. Wilbanks. 2010. « The next generation of scenarios for climate change research and assessment », *Nature* 463 : 747-756.
- Navius Research Inc. and Canadian Climate Institute. 2022. *Evaluating the Macroeconomic Costs of Climate Change in Canada: Modelling methodology report*.
- Ness, Ryan, Dylan G. Clark, Julien Bourque, Dena Coffman et Dale Beugin. 2021. *Submergés : les coûts des changements climatiques pour l'infrastructure au Canada*, Institut climatique du Canada. <https://institutclimatique.ca/reports/submerges/>.
- Ness, Ryan, et Sarah Miller. 2022. *Comblé le déficit d'adaptation du Canada : éléments-clés d'une stratégie nationale d'adaptation*, Institut climatique du Canada. <https://institutclimatique.ca/wp-content/uploads/2022/05/Comblé-le-déficit-d-adapation-du-canada.pdf>.
- Pacific Climate Impacts Consortium (PCIC). 2019. « Statistically Downscaled Climate Scenarios », Université de Victoria, Victoria (Colombie-Britannique). <https://www.pacificclimate.org/data/statistically-downscaled-climate-scenarios>.
- Qian, Budong, Xuebin Zhang, Ward Smith, Brian Grant, Qi Jing, Alex J. Cannon, Denise Nielsen, Brian McConkey, Guilong Li, Barrie Bonsal, Hui Wan, Li Xue et Jun Zhao. 2019. « Climate change impacts on Canadian yields of spring wheat, canola and maize for global warming levels of 1.5 C, 2.0 C, 2.5 C and 3.0 C », *Environmental Research Letters* 14 : 074005.
- Sawyer, Dave, Ryan Ness, Dylan G. Clark et Dale Beugin. 2020. *La pointe de l'iceberg : composer avec les coûts connus et inconnus des changements climatiques au Canada*, Institut climatique du Canada. <https://institutclimatique.ca/reports/la-pointe-de-iceberg/>.
- Statistique Canada. 2019. *Population projetée, selon le scénario de projection, l'âge et le sexe, au 1^{er} juillet (x 1 000) [Tableau 17-10-0057-01]*, gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario). https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1710005701&request_locale=fr.
- Statistique Canada. 2022a. *Enquête canadienne sur le revenu, 2020*, gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario). <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/220323/dq220323a-fra.htm>.
- Statistique Canada. 2022b. *Statistiques du faible revenu selon l'âge, le sexe et le type de famille économique [Tableau 11-10-0135-01]*, gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario). https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/cv.action?pid=1110013501&request_locale=fr.
- Steininger, Karl, Martin Kong, Birgit Bednar-Friedl, Wolfgang Loibl, Lukas Kranzl, Franz Ernst Prettenhaler, Willi Haas, Herbert Formayer, Martin Goetz et Klaus Peter Zylka. 2015. *Economic Evaluation of Climate Change Impacts: Development of a Cross-Sectoral Framework and Results for Austria*, Suisse, Springer International Publishing.
- Szewczyk, W., J. C. Ciscar, I. Mongelli et A. Soria. 2018. *JRC PESETA III project: Economic integration and spillover analysis*, EUR 29456 EN, Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne.

REMERCIEMENTS

AUTEURS

Dave Sawyer, Économiste Principal, l'Institut climatique du Canada

Ryan Ness, Directeur Adaptation, l'Institut climatique du Canada

Caroline Lee, Associée de Recherche Principale, l'Institut climatique du Canada

Sarah Miller, Associée de Recherche, Institut climatique du Canada

CONTRIBUTEURS

Dale Beugin, Vice-Président Exécutif, l'Institut climatique du Canada

Julien Bourque, Associé de Recherche, l'Institut climatique du Canada

Dylan Clark, Associé de Recherche Principale, l'Institut climatique du Canada

Renaud Gignac, Associé de Recherche Principale (anciennement), l'Institut climatique du Canada

David Mitchell, Spécialiste principal de la communication, l'Institut climatique du Canada

COMITÉ D'EXPERTS

Ursule Boyer-Villemaire, Ph.D., Chef Analyses socio-économiques, Ouranos; Professeur associé en Résilience, Risque et Catastrophes, UQAM (Géographie)

Don Drummond, Stauffer-Dunning Fellow en politique publique mondiale et professeur adjoint, École de politique publique, Université Queen's

Jimena Eyzaguirre, Directrice équipe internationale et responsable de l'adaptation aux changements climatiques, ESSA Technologies

Glen Hodgson, Economiste en chef, International Financial Consulting Ltd; Collaborateur agrégé, C.D. Howe Institute; Collaborateur, Public Policy Forum

Jennifer Winter, Professeur associé, Département d'économie et École de politique publique, Université de Calgary

RÉVISEURS ET CONTRIBUTEURS EXTERNES

Gabriel Bachner, Chercheur postdoctoral, Wegener Center for Climate and Global Change, Université de Graz

Van Lantz, Doyen de la Faculté de foresterie et de gestion de l'environnement, professeur d'économie forestière, Université du Nouveau-Brunswick

AIDE À LA PRODUCTION

Visualisations par **Voilà** | chezVoila.com

Crédits photographiques: couverture © Nicolas Brulois sur Unsplash

Graphisme et mise en page: Laurie Barnett, graphiste

Traduction: Coopérative Edgar

Publié sous une licence [Creative Commons BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) par l'Institut climatique du Canada. Le texte de ce document peut être reproduit en tout ou en partie à des fins non commerciales, à condition de citer correctement la source. L'autorisation des détenteurs de droits d'auteur doit être demandée avant toute reproduction de photographies.

Recommended citation:

SAWYER, Dave, Ryan NESS, Caroline LEE, et Sarah MILLER. 2022. *Limiter les dégâts: Réduire les coûts des impacts climatiques pour le Canada*. L'Institut climatique du Canada. Institute. <https://institutclimatique.ca/reports/limiter-les-degats/>