

RAPPORT D'INVENTAIRE NATIONAL 1990–2022 : SOURCES ET PUIITS DE GAZ À EFFET DE SERRE AU CANADA

LA DÉCLARATION DU CANADA À LA CONVENTION-CADRE
DES NATIONS UNIES SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Sommaire

2024



Environnement et
Changement climatique Canada

Environment and
Climate Change Canada

Canada

Citation suggérée pour ce document : Environnement et Changement climatique Canada. 2024. *Rapport d'inventaire national 1990–2022 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*. Disponible en ligne à : canada.ca/inventaire-ges.

N° de cat. : En81-4/1F-PDF

ISSN : 2371-1310

EC21275.01

Ce Sommaire est disponible en HTML à : canada.ca/inventaire-ges

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu de cette publication, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de l'administrateur du droit d'auteur d'Environnement et Changement climatique Canada. Si vous souhaitez obtenir du gouvernement du Canada les droits de reproduction du contenu à des fins commerciales, veuillez demander l'affranchissement du droit d'auteur de la Couronne en communiquant avec :

Environnement et Changement climatique Canada
Centre de renseignements à la population
Édifice Place Vincent Massey
351 boulevard St-Joseph
Gatineau Québec K1A 0H3
Ligne sans frais : 1-800-668-6767
Courriel : enviroinfo@ec.gc.ca

Photos : © Getty Images

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre de l'Environnement et du Changement climatique, 2024

Also available in English

National Inventory Report 1990–2022: Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| S.1. Points clés | 1 |
| S.2. Introduction | 2 |
| Le RIN : données scientifiques probantes pour les décideurs | 3 |
| S.3. Survol des émissions nationales de GES (1990–2022) | 3 |
| S.4. Émissions de GES et tendances par secteur du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat | 6 |
| La principale contribution des données déclarées par les installations aux émissions estimatives de GES | 10 |
| Utilisation des mesures atmosphériques pour améliorer les estimations de l'inventaire | 11 |
| S.5. Secteurs économiques canadiens | 13 |
| S.6. Émissions de GES des provinces et des territoires | 14 |
| S.7. Analyse des catégories clés | 14 |
| S.8. Améliorations apportées à l'inventaire | 15 |
| S.9. Dispositions prises relativement à l'inventaire national | 15 |

S.1. Points clés

- En 2022, les émissions de gaz à effet de serre (GES) du Canada étaient de 708 mégatonnes d'équivalent de dioxyde de carbone (Mt d'éq. CO₂), une diminution de 54 Mt (7,1 %) par rapport à 2005, l'année de référence pour la cible de réduction des émissions de GES du Canada en 2030, et une augmentation de 9,3 Mt (1,3 %) par rapport à 2021, mais demeurant à 44 Mt (5,9 %) sous les niveaux d'émissions pré-pandémiques (2019).
- Les émissions issues des Transports et de la combustion commerciale, institutionnelle et résidentielle ont augmenté de façon notable de 7,8 Mt (4,2 %) et de 3,8 Mt (5,3 %), respectivement, entre 2021 et 2022, tandis que les émissions de la Production d'électricité et de chaleur du secteur public et des Sources fugitives du pétrole et du gaz ont diminué de 4,3 Mt (7,0 %) et de 2,1 Mt (2,8 %), respectivement.
- L'intensité des émissions de l'ensemble de l'économie canadienne (GES par produit intérieur brut [PIB]) a continué de diminuer; en 2022, elle a diminué de 42 % depuis 1990 et de 30 % depuis 2005.
- Bien que la pandémie de COVID-19 ait sans aucun doute eu des répercussions sur les émissions des années récentes, la baisse continue de l'intensité des émissions au fil du temps peut être attribuée à des facteurs comme le remplacement de combustible, des augmentations de l'efficacité, la modernisation des procédés industriels et des changements structurels dans l'économie.
- Des améliorations méthodologiques considérables ont été mises en œuvre dans les secteurs du pétrole et du gaz en amont et des forêts aménagées, entre autres, de même que les valeurs du potentiel de réchauffement de la planète (PRP) du cinquième rapport d'évaluation (5RE) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). En général, la présente édition de l'inventaire tient compte des révisions à la hausse de 29 Mt en 2005 et de 28 Mt en 2021, par rapport au précédent inventaire publié (2023). Les méthodes améliorées font appel à des études et à des connaissances propres au Canada; elles faciliteront l'adoption de nouvelles données scientifiques, et refléteront plus fidèlement l'évolution des technologies et des pratiques de l'industrie.
- Le Rapport d'inventaire national (RIN) du Canada est un rapport scientifique qui, avec d'autres publications comme la *Huitième communication nationale du Canada* et le *Cinquième rapport biennal* à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), ainsi que le *Plan de réduction des émissions pour 2030 du Canada*, oriente et soutient la prise de décision en vue de réduire les émissions de GES du Canada et de lutter contre les changements climatiques.

S.2. Introduction

La CCNUCC est un traité international établi en 1992 pour traiter de façon collaborative des questions relatives aux changements climatiques. L'objectif final de la CCNUCC est de stabiliser les concentrations atmosphériques de GES à un niveau qui empêcherait des perturbations dangereuses du système climatique. En décembre 1992, le Canada a ratifié la Convention, qui est ensuite entrée en vigueur en mars 1994. Pour renforcer la lutte mondiale contre les changements climatiques, une multitude d'accords internationaux ont été introduits dans la CCNUCC. Le plus récent est l'Accord de Paris, un traité international juridiquement contraignant dont l'objectif primordial consiste à limiter la hausse de la température moyenne à bien en dessous de 2 °C et à poursuivre les efforts pour limiter la hausse à 1,5 °C. Le Canada, reconnaissant l'importance d'une action collective, a ratifié l'Accord de Paris en 2016, et celui-ci est entré en vigueur la même année. Depuis, le Canada a adopté l'année 2005 comme année de référence pour sa cible de réduction des émissions de GES.

Dans son plan pour atteindre son objectif et pour mettre en œuvre ses dispositions, l'Accord de Paris énonce un certain nombre de principes directeurs et d'engagements. L'article 13 établit notamment un cadre de transparence renforcé des mesures et de l'appui. Il engage toutes les Parties à établir, mettre à jour régulièrement, publier et mettre à la disposition de la Conférence des parties leurs inventaires nationaux des émissions anthropiques par les sources et des absorptions par les puits de sept GES.

L'Inventaire national de GES du Canada est préparé et présenté annuellement à la CCNUCC, conformément aux modalités, aux procédures et aux lignes directrices (MPL) du cadre de transparence pour l'action et le soutien visé à l'article 13 de l'Accord de Paris, adopté par la Décision 18/CMA.1 en 2018¹. Le rapport annuel d'inventaire se compose du RIN et des tableaux de déclaration des données. Il s'agit de la première année que les Parties, dont le Canada, déclareront leurs émissions dans le cadre de l'Accord de Paris.

L'inventaire de GES comprend les émissions et les absorptions de dioxyde de carbone (CO₂), et les émissions de méthane (CH₄), d'oxyde nitreux (N₂O), des perfluorocarbures (PFC), des hydrofluorocarbures (HFC), de l'hexafluorure de soufre (SF₆) et du trifluorure d'azote (NF₃) dans cinq secteurs (Énergie; Procédés industriels et utilisation des produits [PIUP]; Agriculture; Déchets; et, Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie [ATCATF]). Les estimations des émissions et des absorptions de GES présentées dans l'inventaire des GES du Canada sont réalisées à l'aide de méthodes conformes aux Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Suivant le principe d'amélioration continue, les données et les méthodes servant à estimer les émissions sont révisées au fil du temps, les émissions totales font donc l'objet de changements à mesure que ces données et méthodes s'améliorent (consulter la section [S.8. Améliorations apportées à l'inventaire](#)).

En 2021, le Canada a officiellement présenté aux Nations Unies sa contribution déterminée au niveau national (CDN) revue à la hausse, s'engageant à réduire ses émissions de 40 % à 45 % par rapport aux niveaux de 2005 d'ici 2030 (consulter l'encadré Le RIN : données probantes scientifiques pour les décideurs, qui suit).

Conformément aux MPL, l'inventaire de GES fait rapport sur les émissions annuelles de 1990 jusqu'à l'année se terminant 16,5 mois avant sa présentation (par ex., 2022 pour l'édition de 2024 de l'inventaire). Puisque 2005 a été adoptée comme année de référence pour les objectifs du Canada, plusieurs des paramètres utilisés dans ce rapport sont présentés dans ce contexte, en plus de l'année de référence 1990, comme requis par les MPL.

La section [S.3](#) de ce Sommaire donne un aperçu des toutes dernières données sur les émissions anthropiques nettes de GES du Canada des dernières années, ainsi que des liens entre ces informations et les indicateurs pertinents de l'économie canadienne. La section [S.4](#) décrit les principales tendances des émissions par secteurs du GIEC pour la période allant de 2005 à 2022.

À des fins d'analyse des tendances et des politiques économiques, il est utile de répartir les émissions en fonction du secteur économique d'où elles proviennent. Ainsi, dans la section [S.5](#), les émissions du Canada sont ventilées selon les secteurs économiques suivants : Pétrole et gaz; Électricité; Transports; Industrie lourde; Bâtiments; Agriculture; et Déchets et autres². Dans le présent document, le terme « secteur » renvoie généralement aux secteurs d'activité définis par le GIEC pour les besoins des inventaires nationaux de GES, sauf si une expression comme « secteur économique » est employée pour désigner la situation canadienne.

La section [S.6](#) décrit en détail les émissions de GES pour les 13 entités infranationales du Canada. La section [S.7](#) présente un aperçu de l'analyse et des résultats des principales catégories. Enfin, la section [S.9](#) fournit des détails sur les composantes du présent rapport et décrit les principaux éléments de sa préparation.

1 Par le passé, cet inventaire était préparé et présenté conformément à la version révisée des *Directives pour l'établissement des communications nationales des Parties visées à l'annexe I de la Convention, première partie : Directives FCCC pour la notification des inventaires annuels* (Directives de la CCNUCC pour la notification des inventaires), adoptées par la Décision 24/CP.19 en 2013. Depuis 2024, la notification s'effectue au moyen des MPL.

2 La catégorie « autres » signifie Production de charbon, Industrie manufacturière légère, construction et exploitation forestière.

Le RIN : données scientifiques probantes pour les décideurs

Le premier plan climatique national du Canada, intitulé le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques, a été élaboré en collaboration avec les provinces et les territoires et avec la contribution des peuples autochtones, et publié en 2016. En décembre 2020, le gouvernement du Canada a publié le Plan climatique renforcé, qui comprenait 64 politiques, programmes et investissements fédéraux nouveaux ou renforcés pour réduire les émissions. En 2021, le Canada a présenté son objectif amélioré pour 2030 et a adopté la Loi canadienne sur la responsabilité en matière de carboneutralité (LCRMC). Ces documents servent de fondement à l'approche du Canada pour atteindre une réduction de 40 % à 45 % sous les niveaux de 2005 d'ici 2030, conformément à l'engagement pris dans le cadre de la Contribution déterminée au niveau national du Canada, et pour permettre au Canada de s'engager sur la voie en vue de l'objectif de carboneutralité d'ici 2050.

En vertu de la LCRMC, le Plan de réduction des émissions pour 2030 comprend les principales mesures pour atteindre la cible d'ici 2030, un objectif provisoire lié aux émissions de GES pour 2026, un aperçu des stratégies sectorielles pertinentes, un calendrier pour la mise en œuvre des mesures et un résumé des principales mesures et ententes de coopération avec les provinces et territoires. S'appuyant sur le Plan, la Stratégie en matière de méthane du Canada (2022) donne un aperçu des mesures visant à réduire davantage les émissions nationales de méthane de plus de 35 % d'ici 2030, comparativement aux niveaux de 2020.

L'Inventaire national de GES officiel se fonde sur les meilleures méthodes scientifiques disponibles et les données les plus fiables pour estimer les émissions de GES de l'ensemble de l'économie du Canada, notamment l'adoption de nouvelles technologies et le changement des pratiques ou des comportements. Les contributions à l'inventaire sont mises à jour annuellement pour intégrer les effets des politiques et des mesures, en plus de l'influence de facteurs indépendants et réels comme les conditions du marché et les imprévus. Les méthodes sont constamment améliorées à mesure que notre compréhension scientifique s'améliore.

Par conséquent, l'Inventaire national des GES du Canada, avec d'autres publications régulières comme les projections des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques, fournit des données probantes scientifiques solides soutenant les décideurs qui s'efforcent de réduire les émissions de GES du Canada et de lutter contre les changements climatiques.

S.3. Survol des émissions nationales de GES (1990–2022)

Le Canada représente environ 1,5 % des émissions de GES mondiales (Climate Watch, 2024 pour l'année 2020), ce qui en fait le 11^e plus grand émetteur. Bien que le Canada soit l'un des plus grands émetteurs par habitant, les émissions par habitant ont diminué depuis 2005, passant de 24 t d'éq. CO₂/habitant à 18 t d'éq. CO₂/habitant en 2022 (StatCan, s.d. [a])³.

Ventilation des émissions par secteur (2022)

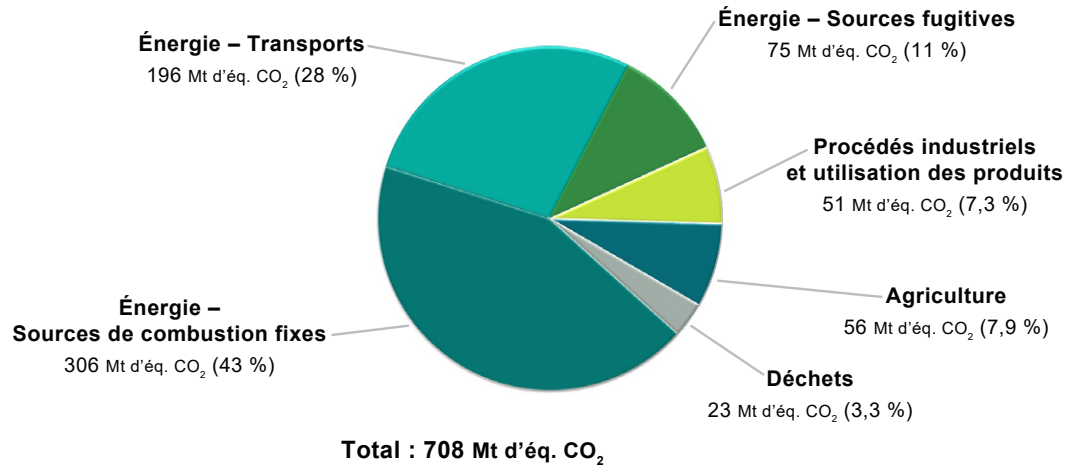
En 2022, les émissions de GES au Canada étaient de 708 Mt éq. CO₂⁴. Le secteur de l'Énergie (composé des Sources de combustion fixes [306 Mt], des Transports [196 Mt] et des Sources fugitives [75 Mt]) a produit 577 Mt, ou 82 % des émissions totales de GES au Canada (Figure S-1). Le reste des émissions était en grande partie généré par les secteurs de l'Agriculture et des PIUP (7,9 % et 7,3 %, respectivement), avec l'apport du secteur des Déchets (3,3 %). Lorsqu'elles étaient comprises dans les émissions d'autres secteurs, les émissions du secteur de l'ATCATF correspondaient à 7,3 % du total national⁵.

3 Les données qui figurent dans l'ensemble du rapport ont été arrondies. Toutefois, tous les calculs (y compris ceux permettant d'obtenir les pourcentages) ont été effectués à l'aide de données non arrondies.

4 À moins d'indications contraires explicites, toutes les émissions estimatives exprimées en Mt représentent les émissions de GES en Mt d'éq. CO₂.

5 Les totaux nationaux présentés dans l'Inventaire officiel des GES du Canada ne comprennent pas les émissions ou les absorptions de l'ATCATF.

Figure S-1 **Ventilation des émissions du Canada par secteur du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2022)**

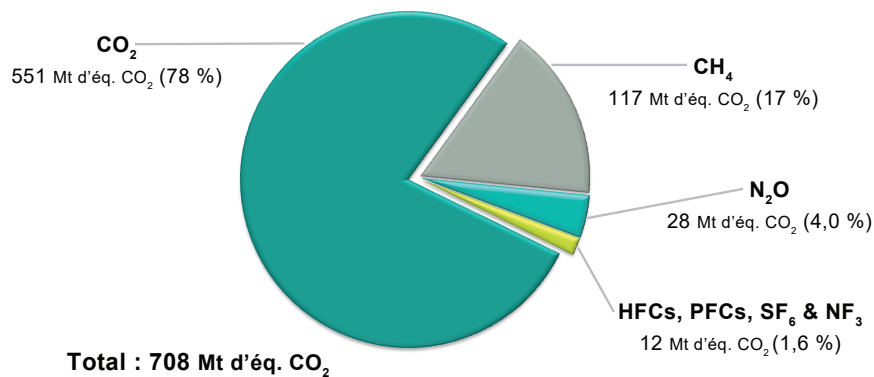


Note : Les chiffres étant arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

Ventilation des émissions par GES (2022)

Le profil d'émissions du Canada est semblable à la plupart des pays industrialisés en ce sens que le CO₂ est le GES le plus abondant de l'ensemble des émissions, représentant 551 Mt ou 78 % des émissions totales en 2022, comme illustré par la plus grande part du diagramme à secteur à la Figure S-2. La majeure partie des émissions de CO₂ au Canada provient de la combustion de combustibles fossiles. Les émissions de CH₄ en 2022 se sont élevées à 117 Mt ou à 17 % des émissions totales au Canada et étaient les deuxièmes plus abondantes. Ces émissions sont principalement composées des émissions fugitives des systèmes de traitement du pétrole et de gaz naturel (56 Mt), de l'agriculture (31 Mt) et des sites d'enfouissement (19 Mt). Les émissions de N₂O proviennent surtout de la gestion des sols agricoles, représentant 28 Mt ou 4,0 % des émissions canadiennes en 2022. Les émissions de gaz de synthèse (HFC, PFC, SF₆ et NF₃) représentaient moins de 2 % des émissions nationales.

Figure S-2 **Ventilation des émissions du Canada par GES (2022)**

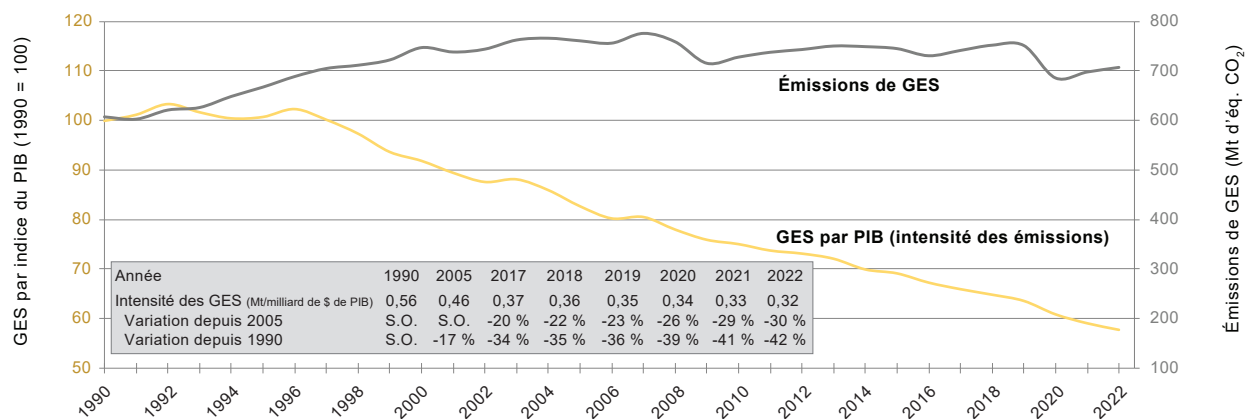


Note : Les chiffres étant arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

Changements dans les émissions totales (1990–2022)

Après avoir fluctué ces dernières années, les émissions de GES du Canada en 2022 ont diminué de 54 Mt ou 7,1 % par rapport aux émissions de 2005. En règle générale, ces variations d'une année à l'autre se superposent aux tendances observées sur une période plus longue. Au cours de la période visée par le présent rapport, la croissance de l'économie du Canada a été plus rapide que la croissance de ses émissions de GES. Par conséquent, l'intensité des émissions pour l'ensemble de l'économie (rapport entre les GES et le PIB) a continué de diminuer; en 2022, elle a diminué de 42 % depuis 1990 et de 30 % depuis 2005 (Figure S-3). La baisse de l'intensité des émissions peut être attribuable à des facteurs tels que le remplacement de combustible, les améliorations de l'efficacité, la modernisation des procédés industriels et les changements structurels au sein de l'économie.

Figure S-3 **Émissions de GES et intensité indexée des émissions de GES du Canada (à l'exception du secteur Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie)**



Notes :

S.O. = Sans objet

Source des données sur le PIB : StatCan (s.d. [b])

Les fluctuations récentes des émissions (2019 à 2022) sont décrites ici, tandis que le reste du présent Sommaire se concentre sur les tendances de 2005 à 2022 et les facteurs les expliquant.

Lors de l'observation des tendances à long terme des émissions, des phénomènes à grande échelle peuvent avoir des effets importants sur un segment de la série chronologique analysée et doivent être pris en compte. Les années 2020 et 2021 ont été marquées par la pandémie de COVID-19. Cette pandémie coïncide avec la diminution abrupte de 66 Mt (8,7 %) du total des émissions de GES entre 2019 et 2020. Ces changements ont été constatés dans de nombreux sous-secteurs de 2019 à 2020, surtout dans les Transports (-31 Mt ou -15 %), les Sources de combustion fixes (-23 Mt ou -7,2 %) et les Sources fugitives (-9,4 Mt ou -11 %). L'année suivante, soit de 2020 à 2021, les émissions ont légèrement augmenté de 12 Mt (1,8 %). Finalement, la dernière année, de 2020 à 2021, les émissions ont continué à grimper, de 9,3 Mt (1,3 %), tout en demeurant inférieures à leur niveau pré-pandémique.

Certaines sources d'émissions ont contribué de façon importante à ces variations récentes des émissions. Plus particulièrement, les émissions du secteur des Transports ont diminué de 14 Mt (6,7 %) entre 2019 et 2022 en raison de la diminution de la demande en déplacements due à la pandémie et cette demande n'est pas encore revenue à son niveau pré-pandémique. Dans le sous-secteur des Transports, entre 2019 et 2020, la première année de la pandémie, ces variations comprenaient une diminution des émissions dans les sous-catégories des Véhicules et Camions légers à essence (-15 Mt ou -17 %) et du Transport aérien intérieur (-3,8 Mt ou -45 %). Entre 2020 et 2022, le Transport routier (9,3 Mt ou 8,4 %) était responsable de la majeure partie de l'augmentation des émissions dans les Transports (17 Mt ou 9,7 %), car les déplacements en véhicules continuaient à revenir à leur niveau pré-pandémique.

En ce qui concerne les Sources de combustion fixes (à l'exclusion des Transports), les émissions ont diminué de 23 Mt (6,1 %) entre 2019 et 2022. Entre 2019 et 2020, la diminution des émissions dans la Production d'électricité et de chaleur du secteur public (-7,6 Mt ou -11 %) était due à une réduction de la consommation de charbon partiellement contrebalancée par une augmentation de la consommation de gaz naturel. Pendant la pandémie, la diminution dans les Industries manufacturières (-3,8 Mt ou -8,7 %) peut être partiellement attribuée à des fermetures d'usines. Entre 2020 et 2021, pendant la deuxième

année de la pandémie, les émissions attribuables à la combustion de la catégorie Extraction de pétrole et de gaz ont augmenté de 3,7 Mt (3,6 %), conformément à une hausse de la production de bitume naturel (13 %), de pétrole brut synthétique provenant de l'exploitation des sables bitumineux (6 %) et de la production de gaz naturel (4 %). Contribuant à l'augmentation globale en 2021-2022, les émissions des catégories de combustion Commercial et institutionnel et Résidentiel ont augmenté de 3,8 Mt (5,3 %), concordant avec une augmentation de 6 % des degrés-jour de chauffage, indiquant un hiver plus froid et, par conséquent, une plus longue période de chauffage en 2022. En revanche, les émissions de la Production d'électricité et de chaleur du secteur public ont diminué de 4,3 Mt (7,0 %) pendant la même période, en raison de réductions supplémentaires dans la consommation de charbon.

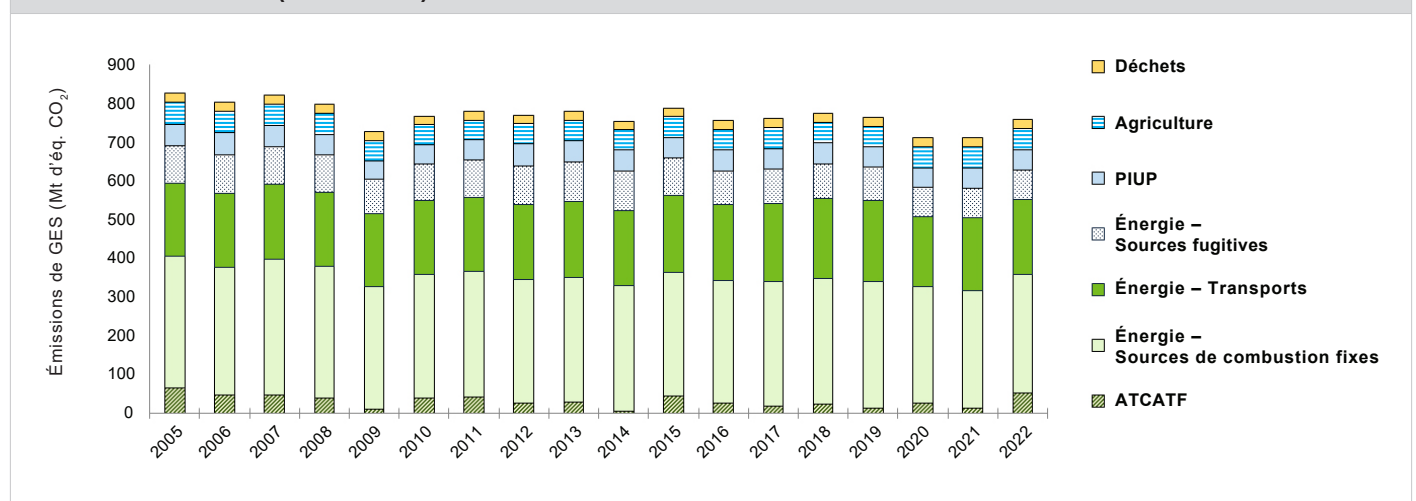
En ce qui concerne les Sources fugitives, les émissions ont diminué de 11 Mt (13 %) entre 2019 et 2022. La première année (2019-2020), la diminution des émissions comprenait celles de l'évacuation (-9,0 Mt ou -15 %), les fuites provenant des installations de production et de traitement du pétrole (-0,4 Mt ou -4,5 %) et du gaz naturel (-0,4 Mt ou -3,6 %). Pendant la dernière année (2021-2022), les émissions des Sources fugitives des systèmes de traitement du pétrole et du gaz naturel ont continué à diminuer, de 2,1 Mt (2,8 %), en raison principalement à une diminution des émissions évacuées en Alberta et en Saskatchewan.

Entre 2019 et 2022, les émissions du secteur PIUP ont diminué de 1,0 Mt (1,9 %). Les fermetures temporaires de certaines usines pendant la première année de la pandémie peuvent expliquer partiellement la diminution entre 2019 et 2020 dans ce secteur (-2,6 Mt ou -5,0 %). Entre 2020 et 2022, les émissions du secteur des PIUP ont augmenté globalement de 1,6 Mt (3,3 %), émissions attribuables notamment à l'utilisation de combustibles à des fins non énergétiques (1,8 Mt ou 18 %), ce qui concorde avec l'augmentation du volume de combustible déclaré à Statistique Canada pour cette utilisation.

Enfin, entre 2019 et 2022, les émissions du secteur de l'Agriculture ont augmenté de 1,6 Mt (3,0 %), principalement en raison d'une augmentation de l'utilisation de l'azote inorganique entre 2019 et 2020 et, par la suite, des émissions d'oxyde nitreux découlant de la perte de carbone organique des sols due aux conditions de sécheresse dans les prairies entre 2020 et 2022.

Malgré la diminution abrupte en 2019-2020 et les variations des récentes années, la ventilation générale des émissions par secteur du GIEC n'a pas véritablement changé au fil du temps (Figure S-4).

Figure S-4 Tendances des émissions de GES du Canada par secteur du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2005-2022)

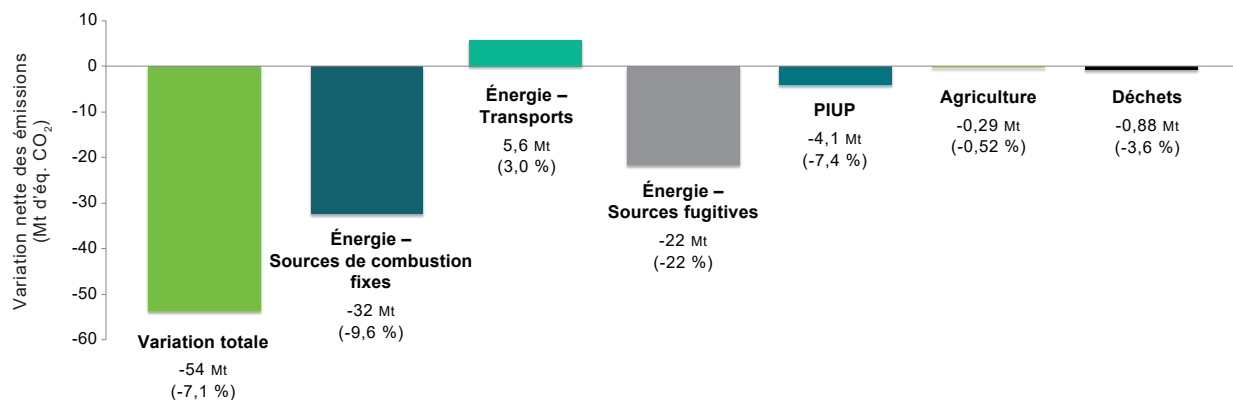


S.4. Émissions de GES et tendances par secteur du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Tendances des émissions (2005 à 2022)

Au cours de la période 2005-2022, les émissions totales ont diminué de 54 Mt ou 7,1 %. Le secteur de l'Énergie a dominé, avec une baisse des émissions de 27 Mt (5 %) dans les Sources de combustion et de 22 Mt (22 %) dans les Sources fugitives (Tableau S-1). Les émissions de combustion de combustibles associés aux transports ont augmenté de 5,6 Mt (3,0 %). Au cours de la même période, les émissions ont diminué de 4,1 Mt (7,4 %) dans le secteur des PIUP et de 0,88 Mt (3,7 %) dans le secteur des Déchets. Les émissions du secteur de l'Agriculture sont demeurées relativement stables, enregistrant une diminution de 0,29 Mt ou 0,5 % (Figure S-5).

Figure S-5 Variations des émissions de GES par secteur du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2005-2022)



De plus amples renseignements sur les tendances des émissions de GES depuis les années 1990 et 2005 et leurs facteurs déterminants se retrouvent au [Chapitre 2⁶](#). Des ventilations supplémentaires des émissions ainsi qu'une série chronologique complète sont présentées en ligne à l'adresse : <http://ouvert.canada.ca>.

Énergie – Émissions de GES de 2022 (577 Mt)

En 2022, les émissions de GES produites par le secteur de l'Énergie du GIEC (577 Mt) ont enregistré une diminution de 7,7 % par rapport à 2005 (626 Mt). Dans le secteur de l'Énergie, une augmentation de 46 Mt (73 %) des émissions provenant de l'Extraction de pétrole et de gaz et une augmentation de 6,7 Mt (14 %) des émissions provenant d'Autres moyens de transport ont été constatées. Ces augmentations d'émissions ont été contrebalancées par une diminution de 67 Mt (54 %) des émissions de la Production de chaleur et d'électricité du secteur public, une diminution de 22 Mt (22 %) des émissions des Sources fugitives, une diminution de 6,6 Mt (14 %) des émissions des Industries manufacturières, une diminution de 5,8 Mt (29 %) des émissions des Industries de raffinage du pétrole, une diminution de 4,3 Mt (10 %) des émissions du secteur Résidentiel et une diminution de 2,2 Mt (1,8 %) du Transport routier.

Sources de combustion fixes (306 Mt)

La diminution de la production d'électricité à partir de charbon et de l'utilisation de produits pétroliers raffinés (de 74 % et 75 %, respectivement), ainsi que l'augmentation de la proportion des sources de production d'électricité à faibles émissions dans la composition des sources de production d'électricité⁷ ont été les principaux facteurs à l'origine de la diminution de 67 Mt (54 %) des émissions dues à la Production d'électricité et de chaleur du secteur public entre 2005 et 2022.

Depuis 2005, la consommation réduite de combustibles fossiles à forte intensité de GES, comme le charbon et les produits pétroliers raffinés, représentait 32 % de la diminution des émissions de la Production d'électricité et de chaleur du secteur public. Des réductions considérables de la consommation de combustibles fossiles à forte intensité de GES ont été obtenues en Ontario (99 %), au Manitoba (92 %), en Alberta (81 %), au Nouveau-Brunswick (54 %), en Nouvelle-Écosse (54 %) et en Saskatchewan (28 %). Les variations des émissions observées pendant la période sont dues à des changements dans la composition des sources de production d'électricité. Depuis 2005, l'augmentation de la production d'électricité à partir de sources à faibles émissions représentait 59 % de la diminution des émissions.

L'augmentation de 46 Mt des émissions produites par la consommation de combustibles dans le secteur de l'Extraction de pétrole et de gaz s'explique par une hausse de 240 % de la production de bitume brut et de pétrole brut synthétique des sables bitumineux canadiens depuis 2005.

6 Le RIN intégral peut être consulté en ligne à l'adresse : <http://www.publications.gc.ca/site/fra/9.502402/publication.html>.

7 La composition des sources de production d'électricité est caractérisée par la quantité de combustible fossile utilisée par rapport à l'hydroélectricité, à d'autres sources d'énergie renouvelable, et à l'énergie nucléaire. En général, seules les sources de combustibles fossiles produisent des émissions de GES nettes.

Les émissions de GES associées à la consommation de combustible dans les Industries manufacturières ont diminué de 6,6 Mt (14 %) entre 2005 et 2022, ce qui concorde avec une baisse de 15 % de la consommation d'énergie (StatCan, s.d. [c]). La diminution a été observée dans les Autres industries manufacturières (-3,1 Mt ou -19 %), les sous-catégories des Pâtes et papiers (-1,7 Mt ou -20 %), du Ciment (-1,6 Mt ou -30 %), des Métaux non ferreux (-0,60 Mt ou -16 %) et de la Sidérurgie (-0,62 Mt ou -11 %), par opposition à l'augmentation dans les Produits chimiques (0,95 Mt ou 12 %).

Depuis 2005, quatre raffineries de pétrole ont fermé définitivement ou ont été transformées en installations terminales, dont une en Ontario (2005), une au Québec (2010), une en Nouvelle-Écosse (2013) et une à Terre-Neuve-et-Labrador (2020), qui ont contribué à une diminution de 5,8 Mt (29 %) des émissions des Industries de raffinage du pétrole.

La diminution de 4,3 Mt (10 %) dans les émissions de la catégorie Résidentiel entre 2005 et 2022 est en grande partie associée à des améliorations de l'efficacité énergétique, les diminutions plus faibles étant dues à du temps plus doux et à une diminution de la consommation de mazout léger.

Transports (196 Mt)

Au Canada, les émissions dues au transport sont principalement liées au Transport routier, qui englobe le transport de personnes (véhicules et camions légers) et les véhicules lourds. La hausse générale des tendances dans les émissions du transport routier tout au long de la série chronologique s'explique en grande partie par une augmentation de la conduite de véhicules : davantage de voitures et de camions utilisent davantage de combustibles et produisent ainsi davantage d'émissions. Malgré une réduction du nombre de kilomètres parcourus par véhicule, le parc total de véhicules en 2022 avait augmenté de 27 % depuis 2005, surtout pour les camions (les camions légers et lourds), entraînant dans l'ensemble davantage de kilomètres parcourus.

De 2005 à 2019, les émissions provenant des Transports ont généralement augmenté. De 2019 à 2020, au début de la pandémie de COVID-19, les émissions des Transports ont diminué en raison de la diminution des déplacements en aéronef et en véhicule routier léger. Avant 2021, les émissions provenant des Transports étaient sous les niveaux de 2005. De 2021 à 2022, alors que la demande en déplacements commençait à revenir à des niveaux prépandémiques, les émissions des Transports ont augmenté de 7,8 Mt, ce qui les a portées à 5,6 Mt au-dessus des niveaux de 2005.

Sources fugitives (75 Mt)

Les émissions de Sources fugitives comprennent les émissions attribuables au torchage, à l'évacuation et aux émissions accidentelles associées à la production de combustible fossile (charbon, pétrole et gaz naturel), les émissions de l'industrie pétrolière et gazière représentant en général environ 98 % des émissions fugitives totales au Canada. Depuis 2005, près de 215 000 puits de pétrole et de gaz ont été forés et le nombre de puits producteurs a augmenté de 5 %. La production de pétrole brut et de gaz naturel a également augmenté de 43 %, principalement en raison des sables bitumineux du Canada. Même avec une productivité et une activité accrues, les émissions de Sources fugitives ont diminué de 22 Mt (22 %). Cela comprend une augmentation de 97 Mt en 2005 jusqu'à un maximum de 103 Mt en 2014. Depuis 2014, les émissions ont diminué de 28 Mt (27 %) en raison en grande partie des mesures visant à accroître la conservation du gaz naturel (principalement composé de CH₄) et à des mesures fédérales et provinciales visant à réduire les émissions de méthane de l'industrie pétrolière et gazière en amont. La coïncidence de la réduction des émissions avec l'augmentation de la production met en lumière la réduction de l'intensité des émissions qui a été obtenue (voir le Chapitre 2 pour des précisions).

Captage et stockage du carbone (0,64 kt)

Le captage du carbone comprend la collecte des émissions du CO₂ anthropique provenant de procédés industriels ou de la combustion de combustible. Le CO₂ capté est transporté vers une installation de stockage à long terme ou un site de récupération assistée des hydrocarbures où il est injecté. L'injection dans des installations de stockage à long terme a commencé en 2016 et, en 2022, environ 1,1 Mt de CO₂ capté a été placé dans des formations géologiques pour le stockage à long terme. Le recours aux sites de récupération assistée des hydrocarbures a commencé en 2000 et, en 2022, environ 3,3 Mt de CO₂ capté a été injecté pour faciliter les activités de récupération assistée des hydrocarbures, desquelles environ 1,6 Mt a été importée des États-Unis. En date de 2022, il y a eu en tout 7,2 Mt de CO₂ capté qui a été placé dans des installations de stockage à long terme et 47,8 Mt injecté dans des sites de récupération assistée des hydrocarbures.

En raison de la forte augmentation de l'activité associée à cette catégorie, les émissions fugitives du captage, de l'utilisation et du stockage du CO₂ ont augmenté de 650 %, passant de 0,09 kt en 2005 à 0,64 kt en 2022.

Pour de plus amples renseignements sur les volumes de captage et de stockage du carbone et les émissions associées, veuillez consulter la section 3.4 du Chapitre 3.

Procédés industriels et utilisations des produits – Émissions de GES de 2022 (51 Mt)

Le secteur PIUP englobe les émissions de GES non liées à l'énergie qui sont issues de procédés de fabrication et de l'utilisation des produits, comme la calcination du calcaire dans la production de ciment et l'utilisation de HFC et de PFC comme réfrigérants pour remplacer des substances appauvrissant l'ozone (SAO). Les émissions du secteur PIUP ont contribué à hauteur de 51 Mt (7,3 %) aux émissions du Canada en 2022.

Entre 2005 et 2022, les émissions des procédés de la plupart des catégories du secteur PIUP ont diminué. Les émissions de la Production de métaux ont diminué de 6,2 Mt (31 %) depuis 2005. Les émissions de l'Industrie sidérurgique ont baissé de 2,5 Mt (24 %) pendant cette période en raison de la fermeture d'une installation de production sidérurgique en 2013. L'Industrie de l'aluminium a également connu une diminution de ses émissions liées aux procédés de 2,6 Mt (32 %) depuis 2005, en grande partie due à la mise en application d'améliorations technologiques pour atténuer les émissions de PFC et à l'arrêt des activités des vieilles fonderies faisant appel à la technologie Söderberg, la dernière ayant mis fin à ses activités en 2015. Enfin, la fermeture d'usines de production primaire de magnésium en 2007 et en 2008 représentait 1,1 Mt (89 %) de la diminution des émissions globales liées aux procédés, constatée dans la Production de métaux entre 2005 et 2022.

La baisse globale de 4,2 Mt (42 %) des émissions de GES provenant des Industries chimiques depuis 2005 découle principalement de la fermeture, en 2009, de l'unique usine canadienne de production d'acide adipique qui était située en Ontario. En outre, les émissions des Produits minéraux ont diminué de 1,9 Mt (18 %) de 2005 à 2022, en raison principalement de la diminution de la production de ciment et de chaux, due à la fermeture ou au ralentissement indéfini de trois installations de production de ciment (2008, 2016 et 2018) et de trois installations de production de chaux (2008, 2015 et 2016) pendant cette période.

Une exception notable à la diminution globale des émissions des PIUP de 5,8 Mt (120 %) est l'augmentation des émissions dues à l'utilisation de HFC pour remplacer les chlorofluorocarbures (CFC) et les hydrochlorofluorocarbures (HCFC) depuis 2005. Cependant, depuis 2018, les émissions de HFC ont diminué, principalement en raison d'une baisse des importations de HFC, coïncidant avec la mise en application de la réglementation fédérale exigeant l'abandon progressif des HFC⁸.

Agriculture – Émissions de GES de 2022 (56 Mt)

Le secteur de l'Agriculture englobe les émissions de GES non attribuables à la production d'énergie, mais liées à la production végétale et à l'élevage de bétail. En 2022, les émissions associées à l'Agriculture ont représenté 56 Mt, ou 7,9 % des émissions totales de GES pour le Canada, dont 27 % et 76 % des émissions nationales de CH₄ et de N₂O, respectivement.

Les principaux facteurs influant sur la tendance des émissions dans le secteur de l'Agriculture sont les variations des populations d'animaux d'élevage et l'application d'engrais azotés inorganiques sur les sols agricoles, surtout dans les Prairies. Depuis 2005, l'utilisation d'engrais a augmenté de 79 %, tandis que les principales populations d'animaux d'élevage, qui étaient à leur maximum en 2005, ont alors diminué de façon marquée jusqu'en 2011. Conséquemment, les émissions de 2022 sont à peu près au même niveau que 2005, bien que la contribution des émissions provenant du secteur de la production agricole ait augmenté par rapport à celles attribuées au bétail. En 2022, les émissions associées à la consommation d'aliments et au processus de digestion (fermentation entérique) du bétail représentaient 48 % des émissions agricoles totales, et l'application d'engrais azotés inorganiques, 19 % des émissions agricoles totales. Les émissions issues de la décomposition des matières organiques du sol ont augmenté de 1,0 Mt (28 %) de 2021 à 2022, en raison des conditions de sécheresse dans les prairies canadiennes en 2021.

Déchets – Émissions de GES de 2022 (23 Mt)

Le secteur des Déchets comprend les émissions de GES provenant du traitement et de l'évacuation des déchets liquides et solides. Les émissions provenant des Déchets représentaient 23 Mt (3,3 %) des émissions totales du Canada en 2022.

Dans le secteur des Déchets en 2022, les sources principales d'émissions sont l'Élimination des déchets solides (sites d'enfouissement) (19 Mt soit 83 % des émissions totales de ce secteur), dont les sites d'enfouissement pour les déchets solides municipaux (DSM) et le Traitement et rejet des eaux usées (2,5 Mt soit 11 %). Les autres sources comprennent les Sites d'enfouissement de déchets de bois industriel qui sont responsables de 3,3 % des émissions des Déchets, le Traitement biologique des déchets solides (compostage) responsable de 2,0 % des émissions et l'Incinération et la combustion à l'air libre des déchets responsable de 0,7 % des émissions. De façon plus générale, les sites d'enfouissement (DSM et déchets de bois industriels) comptent pour la plupart des émissions des Déchets soit 87 %.

En 2022, les émissions provenant des sites d'enfouissement de DSM (sauf les Sites d'enfouissement de déchets de bois industriels) ont diminué de 3,6 % entre 2005 et 2022. Sur les 34 Mt d'éq. CO₂ de CH₄ générées par les sites d'enfouissement de DSM en 2022, 19 Mt d'éq. CO₂ (58 %) des émissions produites étaient rejetées dans l'atmosphère, tandis que 12 Mt d'éq. CO₂ (36 %) étaient captées par des systèmes de collecte de gaz d'enfouissement et torchées ou utilisées pour produire de l'énergie (comparativement à 29 % en 2005). Les 2,2 Mt (6 %) restants sont présumés être oxydés par le matériel de couverture des sites d'enfouissement.

⁸ Pour de plus amples renseignements, veuillez consulter le *Règlement sur les substances appauvrissant la couche d'ozone et les halocarbures de remplacement* : <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2016-137/>.

La principale contribution des données déclarées par les installations aux émissions estimatives de GES

Les émissions estimatives de gaz à effet de serre associées à l'activité industrielle au Canada reposent en grande partie sur les données déclarées par les installations aux gouvernements provinciaux et fédéral du Canada.

Depuis 2004, le [Programme de déclaration des gaz à effet de serre \(PDGES\)](#) d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) recueille et publie annuellement l'information sur les émissions de GES déclarées par les installations. Les émissions issues des procédés industriels, déclarées au PDGES, sont directement intégrées au secteur des PIUP du RIN pour la production de ciment, de chaux et d'aluminium, de même que les volumes de CO₂ captés, transportés, injectés et stockés dans des réservoirs géologiques. Les émissions attribuables à l'incinération des déchets et aux eaux usées industrielles sont également incluses directement dans le RIN. Des travaux sont en cours pour intégrer les émissions issues de la combustion déclarées par les installations des secteurs de la fabrication de ciment, de fer et d'acier, de fabrication de pâtes et papiers, de production d'électricité et de raffinage de pétrole. Les spécifications techniques du combustible industriel et des matières premières déclarées au PDGES sont également utilisées pour vérifier et améliorer la qualité des émissions issues de procédés industriels. De plus amples renseignements sur l'utilisation des données du PDGES sont fournis dans le Tableau 1–2 du Chapitre 1.

Le bilan énergétique national compilé par Statistique Canada présente tous les ans la disponibilité et l'écoulement de l'énergie, par régions, selon le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (consulter l'Annexe 4 pour obtenir de plus amples détails). Le bilan énergétique national est en grande partie basé sur les données relatives aux installations collectées par Statistique Canada et est la principale source de données utilisée pour estimer les émissions issues de la combustion de carburants du chauffage des locaux à la production d'électricité, ainsi que des activités industrielles, de fabrication et de transport. Statistique Canada recueille également des données déclarées par les installations au nom d'ECCC sur la production de produits chimiques et pétrochimiques.

Les estimations de l'inventaire pour les émissions fugitives dans le secteur pétrolier et gazier en amont au Canada reposent en grande partie sur les données volumétriques déclarées par des installations pétrolières et gazières individuelles à Petrinex, dont les activités sont régies par une structure de gouvernance État-industrie, pour les provinces de l'Alberta, de la Saskatchewan, de la Colombie-Britannique et du Manitoba. Ces données sont également utilisées pour évaluer et recueillir des redevances et orienter la réglementation et la législation provinciale.

Enfin, d'autres données sur les activités sont également recueillies auprès de fournisseurs au moyen des rapports exigés par la loi sur l'importation et l'exportation d'hydrofluorocarbure (HFC) ainsi que par l'entremise d'enquêtes périodiques ciblées sur l'utilisation de gaz fluorés, la récupération des gaz d'enfouissement, l'incinération, la récupération du méthane des eaux usées, le compostage et la digestion anaérobie.

Les experts de l'inventaire travaillent avec diligence avec des fournisseurs de données industrielles et d'autres données sur les activités pour assurer l'exactitude, l'uniformité et l'exhaustivité des données déclarées et leur harmonisation avec les exigences de déclaration de l'inventaire.

Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie – 2022 (sources nettes de GES de 51 Mt)

Le secteur de l'ATCATF inclut les flux anthropiques de GES entre l'atmosphère et les terres aménagées au Canada, y compris ceux associés au changement d'affectation des terres et les émissions provenant des Produits ligneux récoltés (PLR), qui sont étroitement liés aux Terres forestières.

Dans ce secteur, le flux net est calculé comme étant la somme des quantités de CO₂ et de gaz autres que le CO₂ émises dans l'atmosphère et des quantités de CO₂ absorbées de l'atmosphère. En 2022, ce flux net correspondait à des sources nettes de 51 Mt.

Au cours des dernières années, les flux nets du secteur ATCATF ont fluctué entre des émissions nettes de 5,6 Mt et de 70 Mt. Les variations sont principalement attribuables à la variabilité des rendements des cultures ainsi qu'à des variations des émissions provenant des PLR et des prélèvements sur les Terres forestières, qui sont étroitement liées aux taux de récolte.

Les estimations relatives au secteur forestier sont réparties entre les émissions et les absorptions d'origine anthropique associées à l'aménagement forestier ainsi que les émissions et les absorptions découlant des cycles naturels de perturbations (feux de forêt et insectes) dans les forêts aménagées. Les flux nets combinés des Terres forestières et des PLR, provenant de la récolte forestière, ont fluctué, passant d'une source nette de 80 Mt en 2005 à une source nette de 20 Mt en 2022, en raison d'une diminution des taux de récolte et des effets à long terme des perturbations passées (d'origine naturelle ou anthropique) sur la structure globale des âges des forêts aménagées du Canada. Environ 33 % des émissions des PLR en 2022 provenaient de produits ligneux à longue durée de vie atteignant la fin de leur vie économique des décennies après la récolte du bois, tandis que les produits ligneux à courte durée de vie représentaient 67 %.

Pour la plupart des années, les terres cultivées ont contribué aux absorptions nettes, variant de 4,2 Mt (1992) à 45 Mt (2014). Les émissions nettes ont été produites en raison des sécheresses qui ont sévi ces dernières années, plus précisément en 2002, en 2003 et en 2022, qui ont donné lieu à des rendements faibles et, par conséquent, des taux de décomposition qui sont plus élevés que les taux d'apport de carbone aux sols. Les absorptions nettes ont augmenté, en moyenne, par suite de l'amélioration des pratiques de gestion des sols, notamment les pratiques de conservation des sols et d'une augmentation graduelle globale de la productivité des cultures découlant de pratiques améliorées et plus intensives, notamment la diminution du recours à la jachère. La variabilité interannuelle est élevée tout au long de la série chronologique, compte tenu des incidences liées aux conditions météorologiques sur la production des cultures. Depuis 2005, une diminution des absorptions nettes résultant d'une diminution du couvert pérenne des terres a en grande partie contrebalancé les absorptions découlant de l'augmentation des rendements, d'où l'absence d'une tendance claire.

La conversion de forêts à d'autres affectations est une pratique courante au Canada et est due à l'extraction de ressources et à l'accroissement de la superficie des terres cultivées. Les émissions découlant de la conversion de forêts dans les années de 2005 à 2022 ont fluctué autour de 13 Mt.

Utilisation des mesures atmosphériques pour améliorer les estimations de l'inventaire

Conformément aux MPL et aux directives du GIEC sur la préparation d'inventaires nationaux, les méthodes d'inventaire reposent sur la compréhension et la quantification des émissions et des absorptions par catégories de source individuelles et de gaz à effet de serre. Cette approche est généralement dite « ascendante ».

D'autres approches pour estimer les émissions ont récemment émergé, fondées sur la modélisation des émissions et des absorptions de GES calculées à l'aide des mesures des concentrations de gaz atmosphériques. Ces approches ont été appelées « descendantes ». La Révision 2019 de l'édition 2006 des Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (Vol. 1, chap. 6) donne des directives sur l'utilisation des estimations « descendantes » pour valider les estimations d'inventaire et améliorer leur exactitude (GIEC, 2019).

Une recherche récente a produit des estimations d'émissions de méthane (CH₄) « descendantes » de l'industrie pétrolière et gazière au Canada (Atherton et al., 2017; Johnson et al., 2017; Zavala-Araiza et al., 2018; Chan et al., 2020; Mackay et al., 2021; Tyner et Johnson, 2021; Festa-Bianchet et al., 2023; Johnson et al., 2023; Conrad et al., 2023 a, b). Les résultats laissent à penser que les méthodes d'inventaire « ascendantes » pourraient sous-estimer certaines sources d'émissions fugitives de méthane associées aux activités pétrolières et gazières. Malgré les améliorations continues dans les données et les méthodes, cette catégorie demeure un problème quant à la surveillance avec des dizaines de milliers d'installations, des centaines de milliers de puits et des milliers de composantes ayant le potentiel d'émettre. Bon nombre d'études récentes mettent en évidence l'importance des « grands émetteurs », un petit nombre d'installations qui contribuent aux émissions totales de manière disproportionnée.

Résoudre les écarts entre les approches « ascendantes » et « descendantes » pour estimer les émissions de méthane fugitives provenant des activités pétrolières et gazières exige de séparer la contribution des sources individuelles des émissions totales des installations; les approches descendantes ont progressé de façon importante, grâce à la récente publication des inventaires des émissions de méthane de source déterminée fondées sur des mesures atmosphériques pour les provinces les plus productrices de pétrole et de gaz au Canada (Johnson et al., 2023; Conrad et al., 2023 a, b).

Ces inventaires fondés sur des mesures atmosphériques ont été utilisés pour améliorer la précision des estimations sur les émissions de méthane du secteur pétrolier et gazier au Canada. Veuillez consulter les Chapitres 3 et 8 pour les résultats des recalculs et l'Annexe 3.2 pour de plus amples renseignements sur la méthodologie améliorée. ECCC continue de collaborer avec des chercheurs pour améliorer la coordination des méthodes d'inventaire « ascendantes » et des mesures atmosphériques avec l'objectif d'améliorer encore davantage la précision des valeurs estimatives des inventaires dans les futures éditions de ce rapport. Les progrès dans la conciliation des estimations « descendantes » et « ascendantes » pourraient également entraîner des améliorations dans d'autres secteurs d'inventaire, comme les déchets et l'agriculture.

Tableau S-1 Émissions de GES du Canada, par secteur du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, certaines années

| Catégories de GES | | 2005 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--|---|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Mt d'éq. CO ₂ | | | | | | |
| TOTAL^{a, b} | | 761 | 742 | 753 | 752 | 686 | 698 | 708 |
| ÉNERGIE | | 626 | 613 | 622 | 622 | 558 | 569 | 577 |
| a. | Sources de combustion fixes | 338 | 321 | 324 | 326 | 302 | 304 | 306 |
| | Production d'électricité et de chaleur du secteur public | 124 | 79 | 71 | 69 | 62 | 61 | 56 |
| | Industries de raffinage du pétrole | 20 | 15 | 15 | 16 | 14 | 14 | 14 |
| | Extraction de pétrole et de gaz | 63 | 101 | 107 | 108 | 104 | 108 | 109 |
| | Exploitation minière | 4,3 | 4,5 | 6,0 | 6,0 | 5,3 | 6,1 | 6,2 |
| | Industries manufacturières | 48 | 43 | 43 | 43 | 39 | 40 | 41 |
| | Construction | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,6 |
| | Commercial et institutionnel | 32 | 36 | 37 | 38 | 35 | 33 | 35 |
| | Résidentiel | 43 | 39 | 40 | 41 | 39 | 37 | 39 |
| | Agriculture et foresterie | 2,2 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,0 | 3,1 | 3,3 |
| b. | Transports | 190 | 202 | 209 | 210 | 179 | 188 | 196 |
| | Transport aérien | 7,7 | 7,9 | 8,7 | 8,6 | 4,7 | 5,6 | 7,7 |
| | Transport routier | 122 | 129 | 132 | 132 | 111 | 116 | 120 |
| | Transport ferroviaire | 6,5 | 7,2 | 7,3 | 7,4 | 6,8 | 6,8 | 6,8 |
| | Transport maritime | 4,0 | 3,5 | 3,5 | 4,3 | 3,8 | 4,4 | 5,0 |
| | Autres moyens de transport | 50 | 55 | 58 | 58 | 52 | 55 | 56 |
| c. | Sources fugitives | 97 | 89 | 89 | 86 | 77 | 77 | 75 |
| | Exploitation de la houille | 1,6 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
| | Pétrole et gaz naturel | 95 | 88 | 88 | 85 | 75 | 76 | 74 |
| d. | Transport et stockage du CO₂ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DES PRODUITS | | 55 | 52 | 54 | 52 | 50 | 51 | 51 |
| a. | Produits minéraux | 10 | 8,6 | 8,7 | 8,9 | 8,2 | 9,0 | 8,4 |
| b. | Industries chimiques | 10 | 6,3 | 6,4 | 6,2 | 5,9 | 5,7 | 5,8 |
| c. | Production de métaux | 20 | 15 | 15 | 14 | 13 | 14 | 14 |
| d. | Production et consommation d'halocarbures, de SF₆ et de NF₃ | 4,8 | 11 | 12 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| e. | Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant | 10 | 11 | 11 | 11 | 10 | 11 | 12 |
| f. | Fabrication et utilisation d'autres produits | 0,51 | 0,58 | 0,65 | 0,62 | 0,66 | 0,66 | 0,65 |
| AGRICULTURE | | 56 | 53 | 54 | 54 | 56 | 55 | 56 |
| a. | Fermentation entérique | 35 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| b. | Gestion des fumiers | 8,7 | 7,9 | 7,9 | 7,9 | 7,8 | 7,9 | 7,8 |
| c. | Sols agricoles | 12 | 15 | 16 | 16 | 18 | 17 | 18 |
| d. | Incinération des résidus agricoles dans les champs | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,05 |
| e. | Chaulage, application d'urée et autres engrais carbonés | 1,4 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 3,0 | 3,1 | 2,9 |
| DÉCHETS | | 24 | 24 | 23 | 24 | 23 | 23 | 23 |
| a. | Élimination des déchets solides (sites d'enfouissement) | 20 | 20 | 19 | 20 | 19 | 19 | 19 |
| b. | Traitement biologique des déchets solides | 0,24 | 0,34 | 0,38 | 0,38 | 0,39 | 0,48 | 0,47 |
| c. | Traitement et rejet des eaux usées | 2,2 | 2,5 | 2,6 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| d. | Incinération et combustion à l'air libre de déchets | 0,34 | 0,18 | 0,17 | 0,17 | 0,15 | 0,14 | 0,16 |
| e. | Sites d'enfouissement de déchets de bois industriels | 1,1 | 0,86 | 0,84 | 0,82 | 0,80 | 0,78 | 0,76 |
| AFFECTATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE | | 66 | 19 | 23 | 14 | 26 | 14 | 51 |
| a. | Terres forestières | -64 | -99 | -99 | -103 | -101 | -104 | -108 |
| b. | Terres cultivées | -23 | -24 | -23 | -19 | -16 | -19 | 22 |
| c. | Prairies | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| d. | Terres humides | 3,1 | 3,1 | 2,8 | 3,1 | 3,5 | 3,2 | 3,3 |
| e. | Établissements | 1,8 | 2,4 | 2,3 | 2,2 | 2,3 | 2,2 | 2,2 |
| f. | Produits ligneux récoltés | 148 | 137 | 139 | 130 | 136 | 131 | 132 |

Notes :

Les chiffres étant arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.
0,00 Indique que les émissions ont été tronquées, parce qu'elles ont été arrondies.

a. Les totaux nationaux présentés dans ce tableau excluent toutes les émissions et absorptions déclarées dans le secteur ATCATF.

b. Ces données sommaires sont présentées en détail à ouvert.canada.ca.

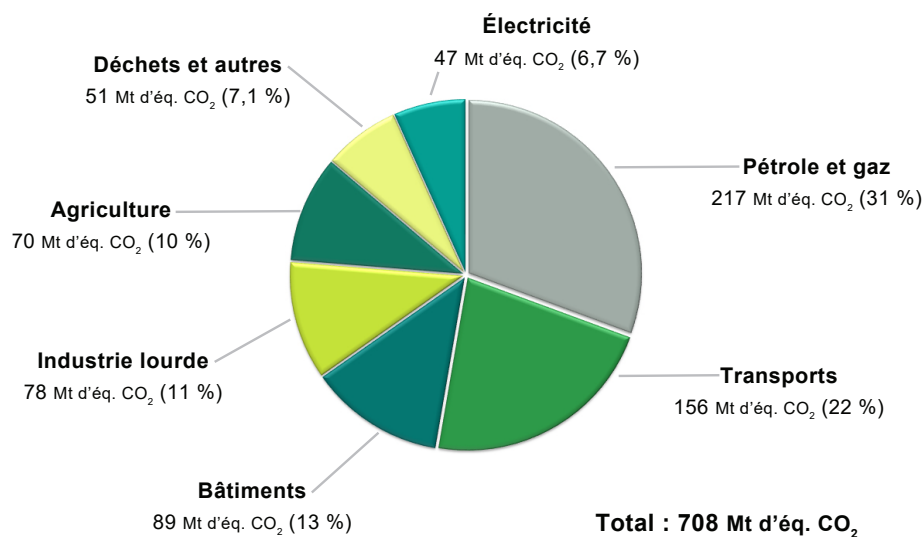
S.5. Secteurs économiques canadiens

À des fins d'analyse des tendances et des politiques économiques et outre ce qui est requis par les exigences de déclaration de l'inventaire, il est utile de répartir les émissions en fonction du secteur économique d'où elles proviennent. En général, le profil complet des émissions d'un secteur économique choisi a été déterminé en redistribuant la proportion relative des émissions associées aux différentes catégories du GIEC. Cette redistribution permet simplement de reclasser les émissions dans différentes catégories; elle ne change en rien l'ampleur globale des estimations des émissions canadiennes.

En général, les tendances des émissions de GES dans les secteurs économiques du Canada concordent avec celles décrites pour les secteurs du GIEC. Les secteurs économiques du Pétrole et gaz, de l'Agriculture et des Bâtiments révélaient une augmentation de 21 Mt (11 %), 4,6 Mt (7,0 %) et de 3,9 Mt (4,5 %), respectivement, depuis 2005 (Figure S-6 et Tableau S-2). Ces augmentations ont été davantage contrebalancées par les diminutions des émissions dans les secteurs de l'Électricité (-69 Mt ou -59 %), de l'Industrie lourde (-10 Mt ou -11 %), et des Déchets et autres (-4,3 Mt ou -7,8 %). Depuis 2005, les émissions des Transports ont généralement augmenté, avec une baisse importante en 2020. En 2022, les émissions dans le secteur économique des Transports sont semblables à celles de 2005.

Pour plus de renseignements sur les tendances du secteur économique, se reporter au Chapitre 2. La Partie 3 du présent rapport fournit quant à elle de plus amples renseignements sur les définitions des secteurs du GIEC et des secteurs économiques ainsi qu'un tableau de concordances détaillées entre les deux types de secteurs.

Figure S-6 Répartition des émissions de GES du Canada par secteur économique (2022)



Note : Les chiffres étant arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

Tableau S-2 Émissions de GES du Canada par secteur économique, certaines années

| | 2005 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Mt d'éq. CO ₂ | | | | | | |
| TOTAL DES ÉMISSIONS NATIONALES DE GES | 761 | 742 | 753 | 752 | 686 | 698 | 708 |
| Pétrole et gaz | 195 | 221 | 228 | 226 | 209 | 216 | 217 |
| Électricité | 117 | 72 | 62 | 61 | 53 | 51 | 47 |
| Transports | 156 | 165 | 169 | 170 | 143 | 150 | 156 |
| Industrie lourde | 88 | 77 | 80 | 79 | 74 | 78 | 78 |
| Bâtiments | 85 | 88 | 92 | 94 | 89 | 85 | 89 |
| Agriculture | 66 | 67 | 69 | 69 | 70 | 69 | 70 |
| Déchets et autres | 55 | 51 | 52 | 52 | 48 | 49 | 51 |

Notes :
Les chiffres étant arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.
Détails supplémentaires dans la section 2.4 du Chapitre 2.

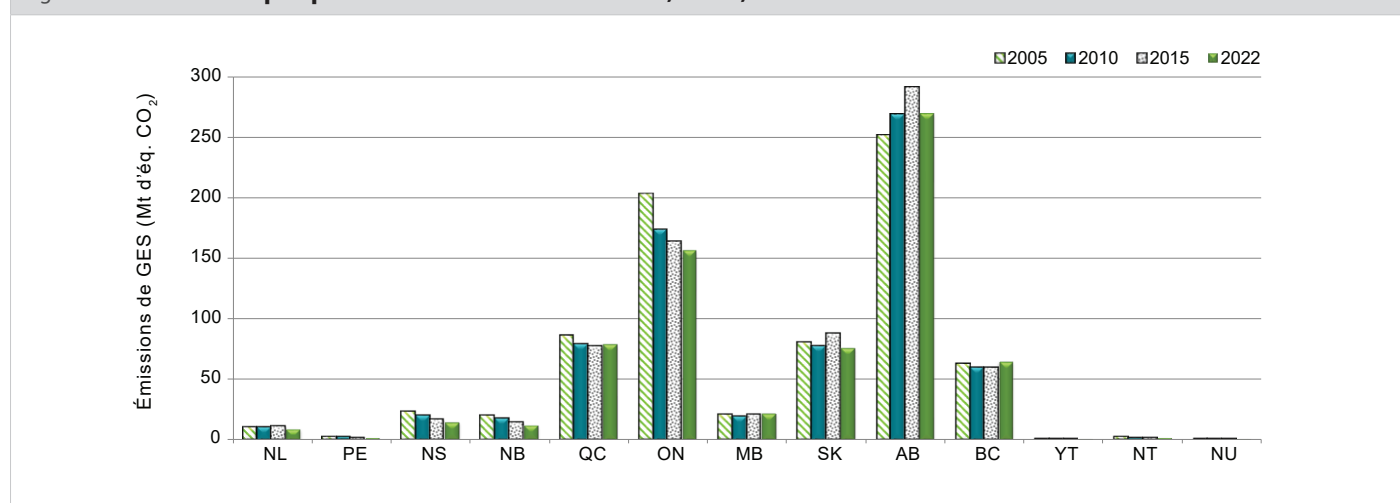
S.6. Émissions de GES des provinces et des territoires

Les émissions varient grandement d'une province ou d'un territoire à l'autre en raison de facteurs comme la démographie, les sources d'énergie et la structure économique. Toute chose étant égale par ailleurs, dans les économies axées sur l'extraction des ressources, les niveaux des émissions ont tendance à être plus élevés que dans les économies axées sur les services. Dans un même ordre d'idée, les émissions de GES des provinces qui dépendent des combustibles fossiles pour la production d'électricité sont relativement supérieures à celles des provinces qui utilisent l'hydroélectricité.

Historiquement, les provinces de l'Alberta et de l'Ontario sont les plus grandes émettrices de GES. Depuis 2005, les profils d'émissions de ces deux provinces ont divergé. Les émissions en Alberta ont augmenté de 19 Mt (7,5 %) depuis 2005, en raison surtout de l'accroissement des opérations pétrolières et gazières (Figure S-7). En revanche, les émissions ont diminué de 46 Mt (23 %) en Ontario depuis 2005, en grande partie grâce à la fermeture des dernières centrales électriques alimentées au charbon en 2014.

De 2005 à 2022, les émissions ont diminué dans la plupart des autres administrations infranationales, notamment en Nouvelle-Écosse (-8,0 Mt ou -35 %), au Nouveau-Brunswick (-7,6 Mt ou -38 %), au Québec (-6,5 Mt ou -7,6 %), en Saskatchewan (-4,6 Mt ou -5,8 %), à Terre-Neuve-et-Labrador (-1,7 Mt ou -16 %), en Colombie-Britannique (-1,6 Mt ou -2,5 %), dans les Territoires du Nord-Ouest (-0,37 Mt ou -22 %) et à l'Île-du-Prince-Édouard (-0,28 Mt ou -15 %). Les émissions ont augmenté au Manitoba (0,99 Mt ou 4,8 %), au Yukon (0,10 Mt ou 18 %) et au Nunavut (0,03 Mt ou 5,4 %).

Figure S-7 Émissions par province et territoire en 2005, 2010, 2015 et 2022



S.7. Analyse des catégories clés

Les Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006) définissent les procédures à suivre pour choisir les méthodes d'estimation et déterminer celles qui conviennent le mieux au contexte national, considérant les connaissances et les ressources accessibles. Trouver des améliorations méthodologiques et les hiérarchiser sont une bonne pratique qui peut être facilitée par l'établissement de catégories clés, assurant ainsi l'utilisation la plus efficace des ressources disponibles. Les catégories clés sont placées par ordre de priorité parce qu'elles influent de façon importante sur le total national, en matière de niveau d'émissions absolu ou d'analyse des tendances, ou les deux. En ce qui concerne l'inventaire des GES de 1990 à 2022, les évaluations des niveaux et des tendances dans les catégories clés ont été réalisées conformément à l'approche de Niveau 1 (GIEC, 2006).

Les catégories qui influent le plus sur la tendance nationale (à part l'ATCATF) sont les suivantes :

1. Combustion fixe : Industries manufacturières et Construction, CO₂
2. Combustion de combustibles : Transport routier, CO₂
3. Combustion fixe : Industries énergétiques, CO₂

Les catégories qui influent le plus sur la tendance nationale (comprenant l'ATCATF) sont les suivantes :

1. ATCATF : Terres forestières dont la vocation n'a pas changé, CO₂
2. ATCATF : Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé, CO₂
3. Combustion fixe : Industries manufacturières et Construction, CO₂

Pour des précisions et des résultats sur les évaluations des niveaux et des tendances dans les principales catégories, veuillez consulter l'Annexe 1 du présent rapport.

S.8. Améliorations apportées à l'inventaire

L'amélioration continue fait partie des bonnes pratiques en matière de préparation d'inventaire (GIEC, 2006) et est essentielle pour veiller à ce que les estimations de l'inventaire du Canada soient fondées sur les meilleures données scientifiques disponibles. Le recalcul des estimations de l'inventaire découle souvent d'une partie des activités d'amélioration continue de l'inventaire, notamment l'amélioration des méthodes, la correction des erreurs, les mises à jour des données d'activités, l'ajout de catégories non prises en compte antérieurement ou la conformité aux recommandations découlant des examens menés par la CCNUCC.

ECCC consulte des scientifiques et des experts d'organismes fédéraux, provinciaux et territoriaux, l'industrie, le milieu universitaire, des établissements de recherche et des consultants et travaille de façon continue avec eux pour améliorer la qualité de l'inventaire. Mieux comprendre et utiliser des données plus précises ou plus complètes permettent d'élaborer et d'intégrer des méthodes plus précises. La mise en application d'améliorations à la méthodologie entraîne des recalculs des estimations antérieures afin de tenir à jour les tendances cohérentes des émissions et des absorptions.

L'édition 2024 de l'inventaire des GES comporte d'importantes améliorations méthodologiques dans l'estimation des émissions du secteur du pétrole et du gaz en amont (+17 Mt en 2021), notamment. En outre, d'importants changements ont été apportés aux estimations de la catégorie des Terres forestières aménagées, y compris les données nouvelles et mises à jour sur les anciennes superficies de récolte ayant eu une incidence à la fois sur le niveau et les tendances des émissions et des absorptions du secteur des terres (+28 Mt en 2021). Dans l'ensemble, les recalculs ont entraîné des variations de +29 Mt en 2005 et de +28 Mt en 2021, y compris l'incidence de la mise en application des valeurs de PRP du RE5 du GIEC. Les méthodes améliorées tiennent compte des études et des connaissances propres au Canada, adoptent les données d'activité les plus à jour et reflètent davantage les technologies évolutives et les pratiques de l'industrie. Le Chapitre 8 du présent rapport fournit de plus amples précisions sur les incidences des actuelles améliorations à l'inventaire et la mise en application des nouvelles valeurs de PRP sur les tendances globales des émissions.

D'autres améliorations aux estimations de l'inventaire sont prévues dans les futures éditions de ce rapport. Par exemple, et parmi plusieurs améliorations prévues, dans le secteur Énergie de Transport, quelques révisions des données d'activité pour le transport routier (p. ex., données sur le parc de véhicules) et la migration vers le modèle MOTO Vehicle Emission Simulator 4 (MOVES4) de l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis sont attendues. Également dans le secteur Énergie, des travaux sont en cours pour intégrer les estimations des émissions fugitives du transport, de la distribution et du stockage du gaz naturel des années 2016 à 2022. Dans le secteur des PIUP, le coefficient d'émissions de la production de méthanol sera mis à jour. Veuillez consulter le Chapitre 8 pour des précisions sur ces améliorations prévues et la liste complète pour tous les secteurs.

En outre, la catégorie Affectation des terres et changement d'affectation des terres sera mise à jour et d'autres catégories de changement d'affectation des terres seront ajoutées dans les rapports relatifs à l'ATCATF. Pour des précisions sur les améliorations prévues à l'ATCATF, veuillez consulter le [*Plan d'amélioration pour les estimations des émissions de gaz à effet de serre des forêts et des produits ligneux récoltés*](#).

S.9. Dispositions prises relativement à l'inventaire national

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) est l'unique entité nationale responsable de la préparation et de la présentation à la CCNUCC de l'inventaire national de GES ainsi que de la gestion des processus et procédures de soutien.

Les dispositions institutionnelles pour la préparation de l'inventaire reposent notamment sur des accords officiels concernant la collecte des données et le calcul des estimations; un plan de gestion de la qualité, comprenant un plan d'amélioration; la définition des catégories clés et la production d'une analyse d'incertitude quantitative; un processus de recalcul à la suite des améliorations; des procédures d'approbation officielles et un système d'archivage permettant de faciliter les examens par des tiers.

La transmission d'informations en ce qui concerne les dispositions relatives à l'inventaire national, y compris de renseignements détaillés sur les dispositions institutionnelles prises pour l'établissement des inventaires, est également une exigence annuelle aux termes des MPL (Chapitre 1).

Structure de la soumission

Conformément aux MPL, la compilation et la présentation annuelles de l'inventaire officiel de GES du Canada sont composées du RIN et des tableaux de déclaration de données. Les tableaux de déclaration de données sont une série de tableaux de données normalisées essentiellement quantitatives transmis par voie électronique. Le RIN contient les renseignements à l'appui des tableaux de déclaration de données, y compris une description exhaustive des méthodes utilisées pour compiler l'inventaire, les sources de données, les structures institutionnelles et les procédures d'assurance et de contrôle de la qualité.

La Partie 1 du RIN comprend les Chapitres 1 à 8.

- Le Chapitre 1 (contexte national, modalités institutionnelles et données intersectorielles) présente un aperçu des dispositions juridiques, institutionnelles et procédurales mises en œuvre par le Canada pour produire l'inventaire, les procédures d'assurance et de contrôle de la qualité et une description du PDGES et de la manière dont les données déclarées par les installations sont prises en compte dans l'inventaire.
- Le Chapitre 2 contient une analyse des tendances des émissions de GES au Canada conforme à la structure des MPL et une ventilation des tendances des émissions par secteur économique du Canada.
- Les Chapitres 3 à 7 présentent des descriptions et des analyses supplémentaires pour chaque secteur, conformément aux exigences des MPL.
- Le Chapitre 8 présente un sommaire des potentiels de réchauffement de la planète (PRP) mis à jour pour l'édition de 2024, des recalculs, ainsi que des améliorations apportées et prévues.

La Partie 2 est constituée des Annexes 1 à 7, qui présentent une analyse par catégorie clé, une évaluation du degré d'incertitude de l'inventaire, des explications détaillées des méthodes d'estimation, le bilan énergétique du Canada, des évaluations du degré d'exhaustivité, les coefficients d'émission et de l'information sur les précurseurs de l'ozone et des aérosols. Ce document est accessible en différents formats sur le site Web des données ouvertes du gouvernement du Canada à l'adresse : <https://ouvert.canada.ca/>.

La Partie 3 est composée des Annexes 8 à 13, qui contiennent les procédures d'arrondissement des données, des tableaux récapitulatifs des émissions de GES, à l'échelle nationale et pour chaque province et territoire, par secteur et par gaz, de même que d'autres précisions sur l'intensité des émissions de GES découlant de la production d'électricité. Les données sur les GES sont également disponibles à l'adresse : <https://ouvert.canada.ca/>. Le RIN intégral, en format PDF, est accessible sur le [site Web des publications](#) du gouvernement du Canada.

Références du sommaire

Atherton E., D. Risk, C. Fougère, M. Lavoie, A. Marshall, J. Werring, J.P. Williams et C. Minions. 2017. Mobile measurement of methane emissions from natural gas developments in northeastern British Columbia, Canada. *Atmos. Chem. Phys.*, 17: 12405-12420. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.5194/acp-17-12405-2017> (en anglais seulement).

Chan E., D.E.J. Worth, D. Chan, M. Ishizawa, M.D. Moran, A. Delcloo et F. Vogel. 2020. Eight-year estimates of methane emissions from oil and gas operations in western Canada are nearly twice those reported in inventories. *Environ. Sci. Technol.*, 54(23): 14899-14909. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c04117> (en anglais seulement).

[Climate Watch] Climate Watch historical GHG emissions. 2024. Washington (District de Columbia). World Resources Institute. Disponible en ligne : https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?chartType=percentage&end_year=2020&gases=all-ghg®ions=WORLD§ors=total-excluding-lucf&source=Climate%20Watch&start_year=1990 (en anglais seulement).

Conrad B.M., D.R. Tyner, H.Z. Li, D. Xie et M.R. Johnson. 2023a. A measurement-based upstream oil and gas methane inventory for Alberta, Canada reveals higher emissions and different sources than official estimates. *Commun. Earth Environ.* 4, 416. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01081-0> (en anglais seulement).

Conrad B.M., D.R. Tyner et M.R. Johnson. 2023b. The futility of relative methane reduction targets in the absence of measurement-based inventories. *Environ. Sci. Technol.* Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c07722> (en anglais seulement).

Festa-Bianchet S.A., D.R. Tyner, S.P. Seymour et M.R. Johnson. 2023. Methane Venting at Cold Heavy Oil Production with Sand (CHOPS) Facilities Is Significantly Underreported and Led by High-Emitting Wells with Low or Negative Value. *Environ. Sci. Technol.* Disponible en ligne : <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.est.2c06255> (en anglais seulement).

Gouvernement du Canada. 2020. *Règlement sur les substances appauvrissant la couche d'ozone et les halocarbures de remplacement*, DORS/2016-137. Disponible en ligne : <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2016-137/>.

[GIEC] Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2006. *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. Programme pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre du GIEC. H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara et K. Tanabe (dir. de publ.). Hayama (Japon). Institut des stratégies environnementales mondiales. Disponible en ligne : <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/index.html>.

[GIEC] Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2019. *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. E. Calvo Buendia, K. Tanabe, A. Kranjc, J. Baasansuren, M. Fukuda, S. Ngarize, A. Osako, Y. Pyrozhenko, P. Sherman et S. Federici (dir. de publ.). Genève, Suisse, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Disponible en ligne : <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html> (en anglais seulement).

Johnson M.R., D.R. Tyner, S. Conley, S. Schwietzke et D. Zavala-Araiza. 2017. Comparisons of airborne measurements and inventory estimates of methane emissions in Alberta upstream oil and gas sector. *Environ. Sci. Technol.*, 51(21):13008-13017. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b03525> (en anglais seulement).

Johnson M.R., D.M. Conrad et D.R. Tyner. 2023. Creating measurement-based oil and gas sector methane inventories using source-resolved aerial surveys. *Commun. Earth Environ* 4, 139. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00769-7> (en anglais seulement).

MacKay K., M. Lavoie, E. Bourlon, E. Atherton, E. O'Connell, J. Baillie, C. Fougère et D. Risk. 2021. Methane emissions from upstream oil and gas production in Canada are underestimated. *Sci. Rep.*, 11: 8041. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87610-3> (en anglais seulement).

[StatCan] Statistique Canada. Sans date (a). Tableau 17-10-0005-01 (anciennement CANSIM 051-0001) : Estimations de la population au 1^{er} juillet, par âge et sexe. [Mise à jour en mai 2023; consulté le 7 novembre 2023]. Disponible en ligne : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1710000501&request_locale=fr.

[StatCan] Statistique Canada. Sans date (b). Tableau 36-10-0369-01 (auparavant tableau CANSIM 380-0106) : Produit intérieur brut en termes de dépenses, aux prix constants de 2012, annuel (x 1 000 000) [Mise à jour le 31 mai 2023; consulté le 7 novembre 2023]. Disponible en ligne : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3610036901&request_locale=fr.

[StatCan] Statistique Canada. Sans date (c). Tableau 25-10-0025-01 (auparavant tableau CANSIM 128-0006) : Industries manufacturières, total annuel de la consommation énergétique de combustibles en gigajoules, 31-33. [Consulté le 4 janvier 2024]. Disponible en ligne : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2510002501&request_locale=fr.

Tyner D.R. et M.R. Johnson. 2021. Where the Methane Is—Insights from Novel Airborne LiDAR Measurements Combined with Ground Survey Data. *Environ. Sci. Technol.*, 55(14): 9773-9783.

Zavala-Araiza D., S.C. Herndon, J.R. Roscioli, T.I. Yacovitch, M.R. Johnson, D.R. Tyner, M. Omara et B. Knighton. 2018. Methane emissions from oil and gas production sites in Alberta, Canada. *Elem. Sci. Anth.*, 6: 27. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1525/elementa.284> (en anglais seulement).