



Environnement et
Changement climatique Canada

Environment and
Climate Change Canada



2019

RAPPORT D'INVENTAIRE NATIONAL 1990–2017 : 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

PARTIE 1

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Canada

Vedette principale au titre :

Rapport d'inventaire national 1990–2017 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada

Annuelle

1990/2019

Publ. par : Division des Inventaires et rapports sur les polluants

Autre édition disponible : National Inventory Report 1990–2017: Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada

Fait suite à : Inventaire canadien des gaz à effet de serre.

Le sommaire de ce rapport est disponible sur le site Web Canada.ca au <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/emissions-gaz-effet-serre.html>

1. Gaz à effet de serre—Canada—Mesure—Périodiques
2. Méthane—Aspect de l'environnement—Canada—Périodiques
3. Oxyde azoteux—Aspect de l'environnement—Canada—Périodiques
4. Gaz carbonique—Aspect de l'environnement—Canada—Périodiques
5. Pollution—Canada—Mesure—Périodiques
- I. Canada. Environnement et Changement climatique Canada.
- II. Division des Inventaires et rapports sur les polluants.
- III. Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada.

N° de cat. : En81-4/1F-PDF

ISSN : 1910-7072

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

12^e étage, édifice Fontaine

200, boulevard Sacré-Cœur

Gatineau (Québec) K1A 0H3

Téléphone : 819-938-3860

Ligne sans frais : 1-800-668-6767 (au Canada seulement)

Courriel : ec.enviroinfo.ec@canada.ca

Photos : © gettyimages.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de l'Environnement et du Changement climatique, 2019

Also available in English

AVANT-PROPOS

Le Canada a ratifié la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC ou la Convention) le 4 décembre 1992. Aux termes des Décisions 3/CP.1, 9/CP.2 et 24/CP.19 de la CCNUCC, les inventaires nationaux de sources et de puits de gaz à effet de serre (GES) doivent être soumis à la CCNUCC au plus tard le 15 avril de chaque année. Le présent document fait partie de la soumission de l'inventaire annuel du Canada sous la Convention.

L'inventaire national des GES de 2019 du Canada est conforme aux exigences des directives révisées de la CCNUCC pour la notification des inventaires nationaux de GES (voir Décision 24/CP.19). Les lignes directrices pour les rapports exigent que les Parties visées à l'annexe I élaborent leurs inventaires nationaux en utilisant les lignes directrices 2006 pour les inventaires nationaux de GES du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Les directives de déclaration exigent également que les rapports d'inventaire fournissent des informations détaillées et complètes sur l'élaboration de l'estimation, y compris les dispositions formelles appuyant leur préparation et tout changement important apporté de l'inventaire et aux procédures de soumission. Les lignes directrices pour l'établissement de rapports engagent également les Parties à améliorer de façon continue la qualité des estimations nationales et régionales des émissions et des absorptions.

En plus de la description et de l'explication du développement des inventaires et des arrangements nationaux, le présent rapport d'inventaire national analyse les tendances en matière d'émissions et d'absorptions. Le rapport décrit également les améliorations apportées à cette édition de l'inventaire, ainsi que les recalculs ultérieurs.

Ce rapport représente les efforts de nombreuses années de travail d'équipe et s'appuie sur les résultats des rapports précédents, publiés en 1992, 1994 et annuellement de 1996 à 2018. Les travaux en cours, tant au Canada qu'ailleurs, continueront d'améliorer les estimations et de réduire le plus possible les incertitudes associées à celle-ci.

Avril 2019

Direction, Division des inventaires et des rapports sur les polluants

Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement et Changement climatique Canada

Courriel : ec.ges-ghg.ec@canada.ca

Téléphone : 1-877-877-8375

REMERCIEMENTS

La Division des inventaires et rapports sur les polluants d'Environnement et Changement climatique Canada remercie les nombreuses personnes et organisations qui ont participé à la préparation du Rapport d'inventaire national et des tableaux du Cadre uniformisé de présentation des rapports. Bien que la liste de tous les chercheurs, fonctionnaires et conseillers qui ont apporté une aide technique soit trop longue pour être présentée ici, la Division tient à souligner les contributions des auteurs et des réviseurs du *Rapport d'inventaire national : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada de 1990 à 2017*, qui ont contribué à améliorer le rapport de cette année.

Sommaire

Alice Au, Warren Baker, Pegah Baratzadeh, Dominique Blain, Ana Blondel, Corey Flemming, Angie Giammario, Geneviève Leblanc-Power, Doug MacDonald, Frank Neitzert, Amro Osman, Raphaëlle Pelland St-Pierre, Lindsay Pratt, Catherine Robert, Adam Rowlands, Sara Ryan, Duane Smith, Steve Smyth, Brett Taylor.

Chapitre 1 : Introduction

Youser Al-Ali, Angie Giammario, Loretta MacDonald, Raphaëlle Pelland St-Pierre, Sara Ryan, Lindsay Pratt.

Chapitre 2 : Tendances des émissions de gaz à effet de serre

Akmare Ali, Sean Angel, Alice Au, Warren Baker, Pegah Baratzadeh, Dominique Blain, Ana Blondel, Corey Flemming, Angie Giammario, Brandon Greenlaw, Chia Ha, Lyna Lapointe-Elmrabti, Geneviève Leblanc-Power, Jonathan Lee, Miren Lorente, Doug MacDonald, Frank Neitzert, Raphaëlle Pelland St-Pierre, Lindsay Pratt, Amro Osman, Catherine Robert, Adam Rowlands, Sara Ryan, Duane Smith, Steve Smyth, Daniel Thai, Brett Taylor, Arumugam Thiagarajan, Kristine Tracey.

Chapitre 3 : Énergie (secteur 1 du CUPR)

Warren Baker, Brandon Greenlaw, Chia Ha, Frank Neitzert, Amro Osman, Steve Smyth, Brett Taylor, Shawn Tobin, Kristine Tracey.

Chapitre 4 : Procédés industriels et utilisation des produits (secteur 2 du CUPR)

Alice Au, Geneviève Leblanc-Power, Jonathan Lee, Daniel Thai.

Chapitre 5 : Agriculture (secteur 3 du CUPR)

Corey Flemming, Chang Liang, Doug MacDonald, Arumugam Thiagarajan.

Chapitre 6 : Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (secteur 4 du CUPR)

Ana Blondel, Lyna Lapointe-Elmrabti, Miren Lorente, Doug MacDonald.

Chapitre 7 : Déchets (secteur 5 du CUPR)

Chelsea Kealey, Emil Laurin, Duane Smith, Brittany Sullivan, Nick Zhao.

Chapitre 8 : Recalculs et améliorations

Alice Au, Warren Baker, Pegah Baratzadeh, Ana Blondel, Corey Flemming, Angie Giammario, Chia Ha, Lyna Lapointe-Elmrabti, Emil Laurin, Geneviève Leblanc-Power, Jonathan Lee, Chang Liang, Miren Lorente, Doug MacDonald, Frank Neitzert, Raphaëlle Pelland St-Pierre, Lindsay Pratt, Catherine Robert, Sara Ryan, Duane Smith, Steve Smyth, Daniel Thai, Arumugam Thiagarajan, Kristine Tracey.

Annexes

Sean Angel (annexes 9, 10, 11 et 12)
Alice Au (annexes 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11 et 12)
Warren Baker (annexes 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11 et 12)
Pegah Baratzadeh (annexes 1, 2, 8, 9, 10, 11 et 12)
Ana Blondel (annexes 2, 3, 7 et 9)
Corey Flemming (annexes 2, 3, 6, 9, 10, 11 et 12)
Angie Giammario (annexe 7)
Brandon Greenlaw (annexe 3)
Chia Ha (annexes 3, 4, 6, 9, 10, 11 et 12)
Shari Hayne (annexe 3)
Lyna Lapointe-Elmrabti (annexe 3)
Emil Laurin (annexe 3)
Chang Liang (annexe 3)
Geneviève Leblanc-Power (1, 2, 3, 6, 9, 10, 11 et 12)
Jonathan Lee (annexes 1, 2, 3, 6, 9, 10, 11 et 12)

Doug MacDonald (annexes 2, 3, 9, 10, 11 et 12)
Frank Neitzert (annexes 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12 et 13)
Raphaëlle Pelland St-Pierre (annexes 6, 7)
Lindsay Pratt (annexes 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12)
Catherine Robert (annexes 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11 et 12)
Sara Ryan (annexes 6 et 7)
Adam Rowlands (annexes 3, 6, 9, 10, 11 et 12)
Steve Smyth (annexes 1, 2, 3, 9, 10, 11 et 12)
Brittany Sullivan (annexe 3)
Brett Taylor (annexe 3)
Daniel Thai (annexes 1, 2, 3, 6, 9, 10, 11 et 12)
Arumugam Thiagarajan (annexes 3, 9, 10, 11 et 12)
Shawn Tobin (annexes 2, 3, 6, 9, 10, 11 et 12)
Kristine Tracey (annexes 1, 2, 3, 6, 9, 11, 12 et 13)

La coordination générale du Rapport d'inventaire national du Canada a été assurée par Lindsay Pratt, avec l'aide de Angie Giammario, Raphaëlle Pelland St-Pierre et Sara Ryan. La compilation, la mise en page et le développement du Rapport d'inventaire national en vue de sa publication ont été effectués par Marida Waters. Le Bureau de la traduction de Services publics et Approvisionnement Canada (SPAC) a réalisé la révision et la traduction du rapport. Nous remercions particulièrement David Maher d'avoir élaboré les pages Web en lien avec cette publication. Catherine Robert et Pegah Baratzadeh, avec le soutien de Ana Blondel, ont pour leur part assumé la compilation et la coordination des tableaux du Cadre uniformisé de présentation des rapports (CUPR), qui doivent être joints à ce document dans la présentation du Canada à la CCNUCC. Nous aimerions également remercier Nicholas Brunt qui a amélioré le flux de travail du CUPR et qui a fourni à l'équipe de l'inventaire des conseils sur le codage du CUPR.

Nous tenons à saluer les efforts de nos collègues de la Division de la statistique de l'environnement, de l'énergie et des transports de Statistique Canada, en particulier Gabriel Gagnon, Donna Stephens, Flo Magmanlac, Michael Warbanski, Lloyd Widdis, Jiahua Li, Dores Zuccarini, Fatou-Kiné Niang, Kristin Loiselle-Lapointe, Norman Fyfe, Greg Maloney et Tracy Hart, qui ont contribué à la compilation, à l'analyse et à l'interprétation des données sur l'offre et la demande dans les secteurs de la fabrication et de l'énergie au Canada, ainsi que Sean Fagan, Amélie Angers et Manon Dupuis du Centre des projets spéciaux sur les entreprises qui nous ont

offert leurs services en matière d'évaluation de la confidentialité des données et d'échange et diffusion des données. Nous tenons à remercier Kevin Roberts, directeur de la Division de la statistique de l'environnement, de l'énergie et des transports, René Beaudoin, Carolyn Cahill et Michael Scrim, directeurs adjoint, pour leur aide.

Nous sommes reconnaissants aussi à nos collègues fédéraux, qui ont fourni des données sur les activités et des estimations pour le secteur de l'affectation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (ATCATF), et les secteurs de l'agriculture et des procédés industriels. Nous remercions en particulier Andrew Dyk, Max Fellows, Mark Hafer, Werner Kurz, Michael Magnan, Juha Metsaranta, Scott Morken, Eric Neilson, Stephanie Ortlepp, et Sally Tinis, du Service canadien des forêts ainsi que France Séguin et Julie Simon de la Division de la statistique sur les minéraux et sur l'activité minière de Ressources naturelles Canada; Wenjun Chen de la Division du Centre canadien de cartographie et d'observation de Terre de Ressources naturelles Canada. Darrel Cerkowniak, Ray Desjardins, Jiangui Liu, Brian McConkey et Devon Worth d'Agriculture et Agroalimentaire Canada ainsi que Robin White de la Division de l'analyse et modélisation d'Environnement et Changement climatique Canada.

Parmi les nombreuses personnes et organisations qui nous ont apporté leur aide et fourni des renseignements, nous sommes particulièrement redevables aux nombreux membres des diverses industries, associations industrielles ainsi qu'aux cabinets d'ingénieurs-conseils, ministères provinciaux et universités qui nous ont offert une aide précieuse dans le domaine de la technologie et des sciences.

Commentaires des lecteurs

Si vous avez des commentaires à formuler au sujet de ce rapport, veuillez les faire parvenir au centre de liaison de l'inventaire canadien des gaz à effet de serre :

Directrice, Inventaires et rapports sur les polluants
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement et Changement climatique Canada
351, boulevard Saint-Joseph, 7^e étage
Gatineau (Québec) K1A 0H3 Canada
Courriel : ec.ges-ghg.ec@canada.ca
Téléphone : 1-877-877-8375

ABRÉVIATIONS COMMUNES ET UNITÉS

Abréviations

AQ	assurance de la qualité
ATCATF	affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie
BDEEC	Bulletin sur la disponibilité et l'écoulement d'énergie au Canada
CANSIM	principale base de données socio-économique de Statistique Canada
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CE	coefficient d'émission
CEE-ONU	Commission économique des Nations Unies pour l'Europe
CFC	chlorofluorocarbure
COVNM	composés organiques volatils non méthaniques
CQ	contrôle de la qualité
DSM	déchets solides municipaux
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
HFC	hydrofluorocarbure
ICDE	Indicateurs canadiens de la durabilité de l'environnement
INRP	Inventaire national des rejets de polluants

LCPE 1999	Loi canadienne sur la protection de l'environnement, 1999
OCED	Organisation de coopération et de développement économiques
PCA	Principaux contaminants atmosphériques
PDGES	Programme de déclaration des gaz à effet de serre
PFC	perfluorocarbure
PIB	produit intérieur brut
PIUP	Procédés industriels et utilisation des produits
PLR	produits ligneux récoltés
POP	polluant organique persistant
RIN	Rapport d'inventaire national
SACO	substance appauvrissant la couche d'ozone
SFC	Service canadien des forêts
S.O.	sans objet

Formules chimiques

Al	aluminium
Al ₂ O ₃	alumine
CaC ₂	carbure de calcium
CaCO ₃	carbonate de calcium; calcaire
CaMg(CO ₃) ₂	dolomite (appelé également CaCO ₃ MgCO ₃)
CaO	chaux; chaux vive; chaux calcinée
CF ₄	tétrafluorure de carbone
C ₂ F ₆	hexafluorure de carbone
CH ₃ OH	méthanol
CH ₄	méthane
C ₂ H ₆	éthane
C ₃ H ₈	propane
C ₄ H ₁₀	butane
C ₂ H ₄	éthylène

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos.....	i
Remerciements	i
Abréviations communes et unités.....	iii
Liste de tableaux.....	viii
Liste de figures	xi
Sommaire	1
S.1. Points clés	1
S.2. Introduction.....	1
S.3. Survol des émissions nationales de GES.....	4
S.4. Émissions et tendances par secteur du GIEC	6
S.5. Secteurs économiques canadiens.....	11
S.6. Émissions de GES des provinces et des territoires	11
S.7. Dispositions prises relativement à l'inventaire national.....	13
Chapter 1 Introduction.....	15
1.1. Inventaires des gaz à effet de serre et changements climatiques.....	15
1.2. Dispositions relatives à l'inventaire national du Canada	19
1.3. Assurance de la qualité, contrôle de la qualité et vérification	24
1.4. Examen de l'inventaire annuel.....	28
1.5. Méthodologies et sources de données.....	28
1.6. Catégories clés.....	29
1.7. Degré d'incertitude de l'inventaire	30
1.8. Évaluation de l'exhaustivité	31
Chapter 2 Tendances des émissions de gaz à effet de serre	32
2.1. Sommaire des tendances des émissions.....	32
2.2. Tendances des émissions par gaz.....	35
2.3. Tendances des émissions par catégorie du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)	36
2.4. Émissions par secteur économique canadien	62

Chapter 3	Énergie (secteur 1 du CUPR).....	68
3.1.	Aperçu	68
3.2.	Activités de combustion de combustibles (catégorie 1. A du CUPR)	70
3.3.	Émissions fugitives (catégorie 1.B du CUPR)	89
3.4.	Transport et stockage du CO ₂ (catégorie 1.C du CUPR)	100
3.5.	Autres questions.....	102
Chapter 4	Procédés industriels et utilisation des produits (secteur 2 du CUPR)	104
4.1.	Aperçu	104
4.2.	Production de ciment (catégorie 2.A.1 du CUPR).....	105
4.3.	Production de chaux (catégorie 2.A.2 du CUPR)	108
4.4.	Utilisation de produits minéraux (catégories 2.A.3 et 2.A.4 du CUPR)	110
4.5.	Production d'ammoniac (catégorie 2.B.1 du CUPR).....	114
4.6.	Production d'acide nitrique (catégorie 2.B.2 du CUPR)	115
4.7.	Production d'acide adipique (catégorie 2.B.3 du CUPR)	117
4.8.	Production de carbonate de sodium (Catégorie 2.B.7 du CUPR).....	119
4.9.	Production de carbure, production de dioxyde de titane, production pétrochimique et de noir de carbone et production fluorochimique (catégories 2.B.5, 2.B.6, 2.B.8 et 2.B.9.a du CUPR)	119
4.10.	Production sidérurgique (catégorie 2.C.1 du CUPR)	126
4.11.	Production d'aluminium (catégorie 2.C.3 du CUPR)	128
4.12.	Production de magnésium (catégorie 2.C.4 du CUPR)	130
4.13.	Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant et utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un système de RCS (catégorie 2.D.3 du CUPR)	132
4.14.	Industrie électronique (catégories 2.E.1 et 2.E.5 du CUPR).....	135
4.15.	Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (catégorie 2.F du CUPR, HFC)	137
4.16.	Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (catégorie 2.F du CUPR, PFC)	140
4.17.	Fabrication et utilisation d'autres produits (secteur 2.G du CUPR)	142

Chapter 5	Agriculture (secteur 3 du CUPR)	146
5.1.	Aperçu	146
5.2.	Fermentation entérique (catégorie 3.A du CUPR)	149
5.3.	Gestion des fumiers (catégorie 3.B du CUPR)	153
5.4.	Émissions de N ₂ O attribuables aux sols agricoles (catégorie 3.D du CUPR)	160
5.5.	Émissions de CH ₄ et de N ₂ O attribuables au brûlage des résidus agricoles (catégorie 3.F du CUPR)	173
5.6.	Émissions de CO ₂ attribuables au chaulage (catégorie 3.G du CUPR)	174
5.7.	Émissions de CO ₂ attribuables à l'application d'urée (catégorie 3.H du CUPR)	175
Chapter 6	Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (secteur 4 du CUPR)	176
6.1.	Aperçu	176
6.2.	Définition des catégories de terres et représentation des terres aménagées	180
6.3.	Terres forestières (catégorie 4.A du CUPR)	184
6.4.	Produits ligneux récoltés (catégorie 4.G du CUPR)	191
6.5.	Terres cultivées (catégorie 4.B du CUPR)	194
6.6.	Prairies (catégorie 4.C du CUPR)	205
6.7.	Terres humides (catégorie 4.D du CUPR)	206
6.8.	Établissements (catégorie 4.E du CUPR)	210
6.9.	Conversion des forêts	214
Chapter 7	Déchets (secteur 5 du CUPR)	217
7.1.	Aperçu	217
7.2.	Évacuation des déchets solides (catégorie 5.A du CUPR)	218
7.3.	Traitement biologique des déchets solides (catégorie 5.B du CUPR)	221
7.4.	Incinération et combustion à l'air libre de déchets (catégorie 5.C du CUPR)	223
7.5.	Traitement et rejet des eaux usées (catégorie 5.D du CUPR)	226
Chapter 8	Recalculs et mesures d'amélioration	231
8.1.	Incidence des recalculs sur les niveaux et les tendances des émissions	231
8.2.	Améliorations apportées à l'inventaire	239
8.3.	Améliorations prévues à l'inventaire	240
Références	245

LISTE DE TABLEAUX

Tableau S-1	Tendances des émissions et indicateurs économiques, certaines années	4
Tableau S-2	Émissions de GES au Canada, par secteur du GIEC, certaines années	8
Tableau S-3	Émissions de GES au Canada par secteur économique, certaines années	12
Tableau S-4	Émissions de GES par province/territoire, certaines années	13
Tableau 1-1	Potentiel de réchauffement planétaire (PRP) selon le GIEC	19
Tableau 2-1	Tendances des émissions et des indicateurs économiques, certaines années	33
Tableau 2-2	Émissions de GES par province et territoire, certaines années	35
Tableau 2-3	Émissions de GES au Canada par secteur du GIEC (1990-2017)	37
Tableau 2-4	Émissions de GES des sources de combustion fixes, certaines années	41
Tableau 2-5	Émissions de GES de la catégorie des transports, certaines années	45
Tableau 2-6	Tendances du parc de véhicules au Canada, 1990-2017	46
Tableau 2-7	Émissions de GES des sources d'émissions fugitives, certaines années	49
Tableau 2-8	Émissions de GES des catégories du secteur PIUP, certaines années	51
Tableau 2-9	Émissions de GES de la catégorie Agriculture, certaines années	54
Tableau 2-10	Émissions et absorptions de GES du secteur ATCATF, certaines années	57
Tableau 2-11	Émissions de GES du secteur des déchets, certaines années	62
Tableau 2-12	Détails des tendances des émissions de GES par secteur économique canadien	67
Tableau 3-1	Émissions de GES du secteur de l'énergie	68
Tableau 3-2	Changements des émissions de GES dus aux recalculs	69
Tableau 3-3	Émissions de GES du transport aérien intérieur et international	71
Tableau 3-4	Émissions de GES du transport maritime intérieur et international	72
Tableau 3-5	Contribution des industries énergétiques à la production de GES	73
Tableau 3-6	Contribution des industries manufacturières et de la construction à la production de GES	79
Tableau 3-7	Émissions de GES attribuables au secteur des transports	82
Tableau 3-8	Contribution des autres secteurs à la production de GES	87
Tableau 3-9	Contribution des émissions fugitives de GES	90
Tableau 3-10	Degré d'incertitude associé aux émissions fugitives attribuables au secteur amont du pétrole et du gaz naturel	97
Tableau 3-11	Degré d'incertitude associé aux émissions fugitives attribuables au bitume et aux sables bitumineux	98
Tableau 3-12	Degré d'incertitude des émissions fugitives du raffinage du pétrole	100
Tableau 3-13	Quantités de CO ₂ importées et captées	101
Tableau 3-14	Émissions de CO ₂ provenant des systèmes de transport et de stockage	101
Tableau 3-15	Éthanol utilisé pour le transport au Canada	103
Tableau 3-16	Biodiesel utilisé pour le transport au Canada	103

Tableau 4-1	Émissions de GES attribuables au secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits, certaines années.....	105
Tableau 4-2	Répercussions des nouveaux calculs à la suite des révisions et des améliorations	106
Tableau 4-3	Répartition de la production de chaux dolomitique et de chaux à forte teneur en calcium au Canada (1990-2016)	108
Tableau 4-4	Consommation de calcaire à haute teneur en calcium et de dolomite au Canada.....	112
Tableau 4-5	Types de combustibles utilisés à des fins non énergétiques dans l'inventaire canadien des GES.....	133
Tableau 4-6	HFC utilisés au Canada et les années pour lesquelles des données sont disponibles	139
Tableau 5-1	Évolution à court et à long terme des émissions de GES provenant du secteur de l'Agriculture.....	147
Tableau 5-2	Résumé quantitatif des recalculs pour le secteur de l'agriculture dans le Rapport d'inventaire national de 2019.....	148
Tableau 5-3	Résumé qualitatif des révisions des méthodologies, des corrections et des améliorations apportées au rapport du Canada pour 2019	149
Tableau 5-4	Degré d'incertitude des estimations des émissions de CH ₄ dues à la fermentation entérique	151
Tableau 5-5	Recalculs des estimations des émissions et leur incidence sur les tendances des émissions et sur les émissions totales des sources agricoles provenant de la fermentation entérique et les émissions de CH ₄ et de N ₂ O de la gestion des fumiers	152
Tableau 5-6	Degré d'incertitude des estimations des émissions de CH ₄ dues à la gestion des fumiers.....	155
Tableau 5-7	Estimations de l'incertitude des émissions de N ₂ O attribuables à la gestion des fumiers et aux sols agricoles.....	157
Tableau 5-8	Recalculs des estimations des émissions de N ₂ O et leur incidence sur les tendances des émissions attribuables à l'épandage d'engrais et de fumiers, à la décomposition des résidus de culture et à l'urine et au fumier laissés au sol par les animaux au pâturage.....	163
Tableau 5-9	Recalculs des estimations des émissions de N ₂ O et leur incidence sur les tendances des émissions attribuables aux pratiques de conservation, de jachère et d'irrigation	169
Tableau 5-10	Recalculs des estimations des émissions de N ₂ O et leur incidence sur les tendances des émissions indirectes produites par les sols agricoles, le dépôt atmosphérique, le lessivage et le ruissellement	172
Tableau 6-1	Estimations des flux nets de GES du secteur ATCATF pour certaines années	177
Tableau 6-2	Sommaire des recalculs dans le secteur ATCATF.....	179
Tableau 6-3	Résumé des changements dans le secteur ATCATF.....	180
Tableau 6-4	Matrice sur l'affectation des terres et les changements d'affectation des terres pour l'année d'inventaire 2017 (superficie en kha)	182
Tableau 6-5	Superficie des terres forestières dont la vocation n'a pas changé, flux de GES et transferts de carbone pour certaines années.....	182
Tableau 6-6	Estimations des flux nets annuels de CO ₂ , de CH ₄ et de N ₂ O des terres forestières dont la vocation n'a pas changé, délimitées par les 2,5 ^e et 97,5 ^e percentiles pour certaines années ...	187
Tableau 6-7	Stocks de carbone dans le bassin de PLR, et émissions résultant de leur utilisation et de leur élimination.....	192
Tableau 6-8	Estimations des émissions de CO ₂ provenant des produits ligneux récoltés pour certaines années, délimitées par les 2,5 ^e et 97,5 ^e percentiles.....	194
Tableau 6-9	Émissions et absorptions, pour l'année de référence et des années récentes, associées à divers changements dans l'aménagement des terres cultivées dont la vocation n'a pas changé.....	196
Tableau 6-10	Incertitude associée aux composantes des émissions de CO ₂ et aux émissions de gaz autres que le CO ₂ provenant des terres forestières converties en terres cultivées pour l'année d'inventaire 2017	202

Tableau 7-1	Sommaire des émissions de GES du secteur des déchets, certaines années	217
Tableau 7-2	Sommaire des nouveaux calculs relatifs au secteur des déchets, certaines années (Mt d'éq. CO ₂)	218
Tableau 8-1	Sommaire des recalculs du Rapport d'inventaire national de 2019 (à l'exception du secteur affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie)	232
Tableau 8-2	Variations dans les émissions de GES: de 704 Mt (en 2016, rapport précédant) à 716 Mt (en 2017, rapport actuel)	233
Tableau 8-3	Sommaire des recalculs par secteur	235
Tableau 8-4	Améliorations au RIN du Canada de 2018	236
Tableau 8-5	Sommaire du Plan d'amélioration de l'inventaire du Canada	241

LISTE DE FIGURES

Figure S-1	Émissions de GES et intensité indexée des émissions de GES du Canada (à l'exception du secteur ATCATF)5
Figure S-2	Répartition des émissions du Canada par secteur du GIEC (2017)5
Figure S-3	Répartition des émissions totales du Canada par gaz à effet de serre (2017) 5
Figure S-4	Émissions de GES par habitant au Canada (2005-2017)6
Figure S-5	Tendances des émissions de GES au Canada, par secteur du GIEC (2005-2017)7
Figure S-6	Variations des émissions, par secteur du GIEC (2005-2017).....7
Figure S-7	Répartition des émissions du Canada par secteur économique (2017)..... 12
Figure S-8	Émissions par province et territoire en 2005, en 2010 et en 2017..... 13
Figure 1-1	Variations des températures annuelles au Canada et tendance à long terme, 1948-2017, en °C16
Figure 1-2	Partenaires et contributeurs dans le cadre des dispositions relatives à l'inventaire national20
Figure 1-3	Processus de préparation de l'inventaire23
Figure 1-4	Émissions déclarées par les installations, en pourcentage des émissions industrielles* de GES, par province et territoire pour 201727
Figure 2-1	Tendances des émissions de GES du Canada (à l'exclusion du secteur Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie32
Figure 2-2	Tendance indexée des émissions de GES et de l'intensité des émissions de GES (1990-2017)33
Figure 2-3	Émissions de GES par habitant au Canada (1990-2017)34
Figure 2-4	Émissions par province en 2005, en 2010 et en 2017.....34
Figure 2-5	Tendances des émissions de GES au Canada, par gaz (1990-2017)36
Figure 2-6	Tendances des émissions de GES au Canada, par secteur du GIEC (1990-2017)38
Figure 2-7	Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources de combustion fixes (1990-2017)39
Figure 2-8	Incidence des facteurs contribuant à la variation des émissions de GES de la catégorie Production d'électricité et de chaleur du secteur public, 1990-2017 (Mt d'éq. CO ₂)40
Figure 2-9	Incidence des facteurs contribuant à la variation des émissions de GES de la catégorie Production d'électricité et de chaleur du secteur public, 2005-2017 (Mt d'éq. CO ₂)40
Figure 2-10	Incidence des facteurs contribuant à la variation des émissions de GES provenant de sources fixes dans la sous-catégorie Résidentiel, entre 1990 et 201743
Figure 2-11	Incidence des facteurs contribuant à la variation des émissions de GES provenant de sources fixes dans la sous-catégorie Commercial et institutionnel, entre 1990 et 201743
Figure 2-12	Degrés-jours de chauffage (DJCh) et émissions de GES des sous-catégories Résidentiel et Commercial et institutionnel, 1990-201744
Figure 2-13	Tendances des émissions canadiennes de GES attribuables aux transports (1990-2017)45
Figure 2-14	Facteurs contribuant à la variation des émissions des véhicules légers, 1990-2017 et 2005-201747
Figure 2-15	Liens entre les émissions attribuables aux pipelines au Canada, les importations des États-Unis vers l'Ontario et les transferts inter-régionaux du gaz naturel de l'Ouest du Canada.....48

Figure 2-16	Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources fugitives (1990-2017)	49
Figure 2-17	Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources du secteur PIUP (1990-2017)	51
Figure 2-18	Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources agricoles (1990-2017)	53
Figure 2-19	Proportions des émissions canadiennes de GES du secteur agricole rejetées sous forme de méthane et d'oxyde nitreux, ou attribuées à l'élevage et aux productions végétales (1990-2017)	55
Figure 2-20	Flux net du secteur ATCATF par rapport aux émissions canadiennes totales, 1990-2017	56
Figure 2-21	Flux net et principales causes des émissions et des absorptions de GES dans le secteur ATCATF, 1990-2017	58
Figure 2-22	Tendances dans les taux annuels de conversion de forêts en terres cultivées, en terres humides et en établissements	59
Figure 2-23	Tendances dans les émissions canadiennes de GES provenant des déchets (1990-2017)	61
Figure 2-24	Émissions de méthane produites, évitées ¹ et rejetées par les sites d'enfouissement de DSM (certaines années)	62
Figure 2-25	Intensité des émissions selon le type de source pour le pétrole et le gaz (1990, 2005 et 2017)	66
Figure 3-1	Émissions de GES attribuables à la combustion de combustibles	72
Figure 6-1	Zones de déclarations aux fins des estimations du secteur ATCATF	183
Figure 6-2	Émissions et absorptions associées aux terres forestières	185
Figure 6-3	Émissions et absorptions des terres forestières dont la vocation n'a pas changé, par composante de peuplement	186
Figure 6-4	Recalculs pour les terres forestières dont la vocation n'a pas changé	190
Figure 6-5	Émissions du bassin de PLR selon la méthode de décomposition simple	193
Figure 6-6	Émissions provenant de tourbières converties pour l'extraction de la tourbe	204
Figure 6-7	Conversions annuelles de superficies forestières, par utilisation finale des terres	211
Figure 7-1	Population utilisant chaque technologie de traitement des eaux usées, par province	229
Figure 8-1	Comparaison des tendances d'émissions (RIN 2018 par rapport au RIN 2019)	232

SOMMAIRE

S.1. Points clés

- En 2017, selon le plus récent ensemble de données annuel contenu dans ce rapport, les émissions de GES du Canada se situaient à 716 mégatonnes d'équivalent en dioxyde de carbone (Mt d'éq CO₂), soit une diminution nette de 15 Mt ou 2,0 % par rapport aux émissions de 2005.
- Sur une période à long terme, l'économie canadienne a connu une croissance plus rapide que ses émissions de GES: l'intensité des émissions pour l'ensemble de l'économie (GES par produit intérieur brut [PIB]) a diminué de 36 % depuis 1990 et de 20 % depuis 2005.
- Les tendances des émissions depuis 2005 restent cohérentes, les augmentations des émissions dans les secteurs du pétrole et du gaz et des transports étant plus que compensées par des baisses dans d'autres secteurs, notamment l'électricité et l'industrie lourde.
- Les fluctuations des émissions au cours des dernières années sont dues à l'effet combiné de l'utilisation croissante de sources d'électricité non émettrices; de l'impact d'événements naturels sur des opérations industrielles telles que les feux de forêt de Fort McMurray en Alberta; de facteurs économiques ayant un impact sur la production industrielle; ainsi que de la variabilité des conditions hivernales et les demandes en chauffage qui en résultent.
- Allant de l'avant, le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques met le Canada sur la bonne voie pour réduire ses émissions à long terme afin d'atteindre sa cible pour 2030. Le cadre est un plan global visant à réduire les émissions dans tous les secteurs de l'économie canadienne, à stimuler une croissance économique propre et à renforcer la résilience aux effets des changements climatiques.

S.1. Points clés	1
S.2. Introduction	1
S.3. Survol des émissions nationales de GES	4
S.4. Émissions et tendances par secteur du GIEC	6
S.5. Secteurs économiques canadiens	11
S.6. Émissions de GES des provinces et des territoires	11
S.7. Dispositions prises relativement à l'inventaire national	13

S.2. Introduction

La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (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 gaz à effet de serre (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.

Dans son plan pour atteindre son objectif et pour mettre en œuvre ses dispositions, la CCNUCC énonce un certain nombre de principes directeurs et d'engagements. Les articles 4 et 12 obligent notamment les Parties à établir, mettre à jour régulièrement, publier et mettre à la disposition de la Conférence des parties (CDP) leurs inventaires nationaux des émissions anthropiques par les sources et des absorptions par les puits de tous les GES qui ne sont pas visés par le Protocole de Montréal¹.

L'inventaire national de gaz à effet de serre du Canada est préparé et présenté à la CCNUCC au plus tard le 15 avril de chaque année, conformément aux *Directives pour l'établissement des communications nationales des Parties visées à l'annexe 1 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.

¹ Le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, qui s'inscrit dans le cadre du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), est un accord international visant à réduire la consommation et la production de substances appauvrissant la couche d'ozone.

Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques

Le 9 décembre 2016, le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques (CPC) a été adopté comme plan ambitieux retenu par le Canada pour lutter contre les changements climatiques, accroître la résilience à un climat en évolution et stimuler une croissance économique propre. Il s'agit du premier plan de lutte contre les changements climatiques de l'histoire du Canada qui comprend des engagements communs et individuels des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, et qui a été élaboré avec la participation des peuples autochtones, des entreprises, des organisations non gouvernementales et des Canadiens partout au pays. Le CPC s'appuie sur quatre piliers : la tarification de la pollution par le carbone, les mesures complémentaires visant à réduire les émissions au sein de l'économie, l'adaptation et la résilience aux changements climatiques ainsi que les technologies propres, l'innovation et l'emploi. Il comprend plus de cinquante mesures concrètes qui touchent tous les secteurs de l'économie canadienne et met le Canada sur la bonne voie pour respecter sa cible, établie en vertu de l'Accord de Paris, qui vise à réduire ses émissions de gaz à effet de serre (GES) de 30 % en deçà des niveaux de 2005 d'ici 2030.

La tarification de la pollution par le carbone constitue un élément central du plan du Canada. Elle est le moyen le plus efficace de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de stimuler l'innovation et la croissance propre. Les provinces et territoires avaient la souplesse nécessaire pour mettre en œuvre un système fondé sur les tarifs ou un système de plafonnement et d'échange. Le système fédéral de tarification du carbone s'appliquera aux provinces et aux territoires qui en feront la demande ou qui n'ont pas mis en place un système de tarification satisfaisant aux exigences fédérales. Ce système fédéral comprend deux parties : une redevance réglementaire sur les combustibles fossiles et un système fondé sur le rendement pour les grandes industries, appelé le système de tarification fondé sur le rendement (STFR). Dans la plupart des provinces, le STFR est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2019 et la redevance sur les combustibles fossiles, quant à elle, le 1^{er} avril 2019. Les systèmes de tarification des territoires entreront en vigueur le 1^{er} juillet 2019.

Les autres mesures d'atténuation incluses dans le CPC permettront au Canada de réduire ses émissions dans tous les secteurs. L'utilisation accrue de l'électricité propre et des combustibles à faible teneur en carbone est cruciale pour la réduction des émissions à l'échelle de l'économie. Le Canada veille à réduire l'utilisation d'énergie, notamment en améliorant l'efficacité énergétique, en favorisant le passage à d'autres combustibles et en élaborant des codes encadrant la construction d'infrastructures ou de bâtiments «prêts à la consommation énergétique nette zéro». Le plan climatique du Canada est appuyé par des investissements historiques dans le transport public (28,7 milliards de dollars); l'infrastructure écologique (26,9 milliards de dollars), comme l'énergie renouvelable, le réseau intelligent et les bornes de recharge pour véhicules électriques; les initiatives relatives aux technologies propres (2,3 milliards de dollars) et le Fonds pour une économie à faibles émissions de carbone (2 milliards de dollars).

Le CPC reconnaît également l'importance d'accroître la résilience aux changements climatiques et prévoit des mesures pour aider les Canadiens à comprendre ce qu'il en est et à se préparer activement afin de s'adapter aux effets inévitables des changements climatiques.

Le Canada a créé le Centre canadien des services climatologiques pour améliorer l'accès à la climatologie, agir à titre de source fédérale faisant autorité en ce qui a trait à l'information et aux ressources sur le climat, et renforcer la capacité d'intégrer les changements climatiques à la prise de décisions en matière d'adaptation. De plus, la mise en place du Fonds d'atténuation et d'adaptation en matière de catastrophes (2 milliards de dollars) aidera à faire face aux risques liés au climat et à protéger les collectivités des catastrophes naturelles.

Afin de soutenir la croissance propre, le Canada investit 2,3 milliards de dollars dans les technologies propres, dont des fonds de près de 1,4 milliard de dollars visant à soutenir les entreprises de technologies propres et 400 millions de dollars en appui au développement et à la démonstration de technologies propres. De plus, le Carrefour de la croissance propre du gouvernement du Canada offre un point d'accès unique aux connaissances, à l'expertise et aux spécialistes en matière de technologies propres au sein du

gouvernement fédéral. Selon les plus récentes projections d'émissions de GES du Canada (ECCC, 2018a), les émissions de GES du Canada en 2030 seront inférieures de 223 millions de tonnes à leurs projections avant le CPC. Cette amélioration dans les perspectives concernant les émissions du Canada reflète l'étendue et la profondeur du plan canadien de lutte contre les changements climatiques. Lorsque le CPC sera pleinement mis en œuvre, il met le Canada sur la bonne voie pour atteindre sa cible pour 2030 et de continuer à réduire ses émissions après 2030.

Les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux font état ensemble de la façon dont nos engagements en matière de climat sont concrétisés; le deuxième rapport annuel de synthèse sur la mise en œuvre du CPC a été publié en décembre 2018 (ECCC, 2018b). La collaboration continue entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, les partenariats avec les peuples autochtones et la mobilisation des Canadiens demeurent la pierre angulaire de la mise en œuvre du CPC.

Le rapport annuel d'inventaire se compose du Rapport d'inventaire national (RIN) et des tableaux du Cadre uniformisé de présentation de rapports (CUPR).

L'inventaire de GES comprend les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), 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 les cinq secteurs suivants : 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 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (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.

En mai 2015, le Canada a indiqué qu'il avait l'intention de réduire ses émissions de GES de 30 % par rapport aux niveaux de 2005 d'ici 2030. En décembre 2015 à la COP21, le Canada, de pair avec les autres pays du monde, a conclu un accord ambitieux et équilibré, qui a reçu l'appui du Premier Ministre et de tous les premiers et premières ministres des provinces et territoires dans le cadre de la Déclaration de Vancouver de mars 2016. Puisque 2005 a été adoptée comme année de

référence pour les objectifs de 2020 et de 2030 du Canada, plusieurs des paramètres utilisés dans ce rapport sont présentés dans ce contexte, outre l'année de référence 1990, requise par les directives de la CCNUCC pour la notification des inventaires.

La section S.3 du sommaire résume les toutes dernières données sur les émissions anthropiques (induites par l'activité humaine) nettes de GES au Canada durant la période allant de 2005 à 2017. Cette section établit aussi des liens entre ces données et les indicateurs pertinents de l'économie canadienne. La section S.4 décrit les principales tendances des émissions.

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 classées selon les secteurs économiques suivants : pétrole et gaz; électricité; transports; industrie lourde; bâtiments; agriculture; et, déchets et autres. 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; il peut y avoir des exceptions où 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. Enfin, la section S.7 fournit des détails sur les composantes du présent rapport et décrit les principaux éléments de sa préparation.

S.3. Survol des émissions nationales de GES

En 2017, selon le plus récent ensemble de données annuel contenu dans ce rapport, les émissions de GES du Canada s'élevaient à 716 mégatonnes d'équivalent en dioxyde de carbone (Mt d'éq. CO₂)², soit une diminution nette de 15 Mt ou 2,0 % par rapport aux émissions de 2005 (Figure S-1)³. Au cours de cette période, l'économie canadienne a connu une croissance plus rapide que ses émissions de GES. Cela veut dire que l'intensité des émissions pour toute l'économie (les GES par rapport au produit intérieur brut [PIB]) a diminué de 36 % depuis 1990 et de 20 % depuis 2005 (Figure S-1 et Tableau S-1). La baisse de l'intensité des émissions peut être attribuée au remplacement des carburants, à l'amélioration de l'efficacité, à la modernisation des procédés industriels et aux changements structuraux dans l'économie. Grâce à l'approche décrite à la section S.2, le Canada est sur la bonne voie pour atteindre son objectif de 30 % inférieur aux niveaux de 2005 d'ici 2030.

De 2016 à 2017, les émissions du Canada ont augmenté de 8 Mt. Cette fluctuation dans les dernières années est due à l'effet combiné de multiples facteurs, certains dans le cadre de tendances à plus long terme et d'autres plus uniques, incluant: une augmentation du pourcentage des sources non-émettrices d'électricité (-2,6 Mt entre 2016

et 2017); des événements entraînant des impacts sur la production de sables bitumineux, incluant le feu de 2016 à Fort Murray en Alberta et la reprise des activités en 2017; la variabilité de la température en hiver qui influence les émissions reliées au chauffage (+2,9 Mt entre 2016 et 2017); la variation dans le niveau de production et d'utilisation de combustibles fossiles dans les secteurs industriels (+0,1 Mt entre 2016 et 2017). Les estimations des émissions pour la dernière année de la série chronologique sont fondées sur les données préliminaires du bilan énergétique de Statistique Canada (BDEE, voir l'annexe 3 de la partie II du présent rapport). Les révisions des dernières estimations ont généralement lieu lors de la finalisation de cet ensemble de données clé et sont ajoutées à l'édition suivante du RIN. Au cours des 5 dernières années, ces révisions ont représenté en moyenne des recalculs de $\pm 0,47$ % (ou jusqu'à 6 Mt) des dernières estimations. Les recalculs globaux des estimations de la dernière année ont été en moyenne de $\pm 0,66$ %, ce qui se situe dans la plage d'incertitude de 2 % relative aux émissions totales.

Ces fluctuations d'une année à l'autre se superposent aux tendances observées sur une période à plus long terme, ces tendances et leurs moteurs seront résumés successivement dans ce sommaire et détaillés au chapitre 2 de ce rapport.

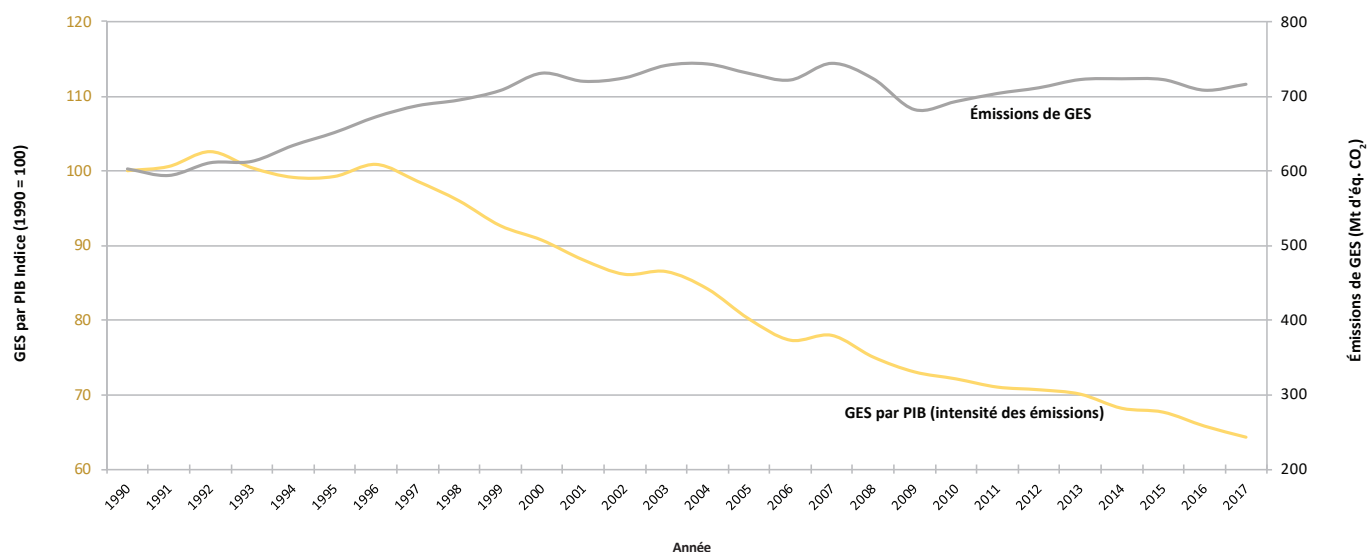
En 2017, le secteur de l'énergie (qui englobe les sources de combustion fixes, les transports et les sources fugitives) a produit 583 Mt de GES ou 82 % des émissions totales de GES du Canada (Figure S-2). Le reste des émissions provenaient principalement du secteur de l'agriculture et du secteur des PIUP (environ 8 % chacun), avec une contribution mineure du secteur des déchets (3 %). En 2017, le secteur ATCATF a absorbé 24 Mt de CO₂ atmosphérique.

² À moins d'avis contraire, toutes les estimations d'émissions exprimées en Mt représentent des émissions de GES en Mt d'éq. CO₂.

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

Année	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total des GES (Mt)	730	711	722	723	722	708	716
Variation depuis 2005 (%)	S.O.	-2,6 %	-1,1 %	-1,0 %	-1,1 %	-3,1 %	-2,0 %
PIB (milliards de \$ de 2007)	1 651	1 823	1 867	1 921	1 933	1 949	2 016
Variation depuis 2005 (%)	S.O.	10 %	13 %	16 %	17 %	18 %	22 %
Intensité des GES (Mt/milliard de \$ de PIB)	0,44	0,39	0,39	0,38	0,37	0,36	0,36
Variation depuis 2005 (%)	S.O.	-12 %	-13 %	-15 %	-16 %	-18 %	-20 %
Notes :							
Source des données sur le PIB : StatCan							
S.O. = Sans objet							

Figure S-1 Émissions de GES et intensité indexée des émissions de GES du Canada (à l'exception du secteur ATCATF)



Notes :

Les émissions ne reflètent pas encore l'impact récent des politiques d'atténuation. Les émissions totales se situent dans une plage d'incertitude de 2 %.

Source des données sur le PIB : StatCan a

Le profil d'émissions du Canada est similaire à celui de la majorité des pays industrialisés par le fait que le CO₂ contribue le plus aux émissions totales; sa part représentait 80 % des émissions totales en 2017 (Figure S-3). La majeure partie des émissions canadiennes de CO₂ proviennent de la combustion de combustibles fossiles. En 2017, les émissions de CH₄ s'élevaient à 93 Mt et représentaient 13 %

des émissions totales du Canada. Ces émissions étaient en majeure partie constituées d'émissions fugitives des systèmes de traitement du pétrole et du gaz naturel ainsi que de l'agriculture et des sites d'enfouissement. Les émissions d'oxyde nitreux (N₂O), attribuables principalement à la gestion des sols agricoles et aux transports, représentaient 38 Mt ou 5,3 % des émissions canadiennes en 2017. Les

Figure S-2 Répartition des émissions du Canada par secteur du GIEC (2017)*

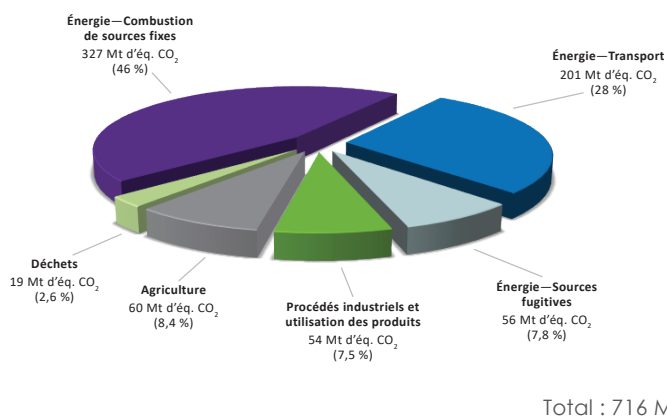
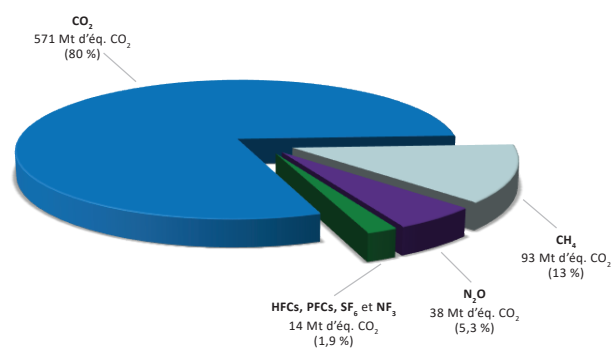
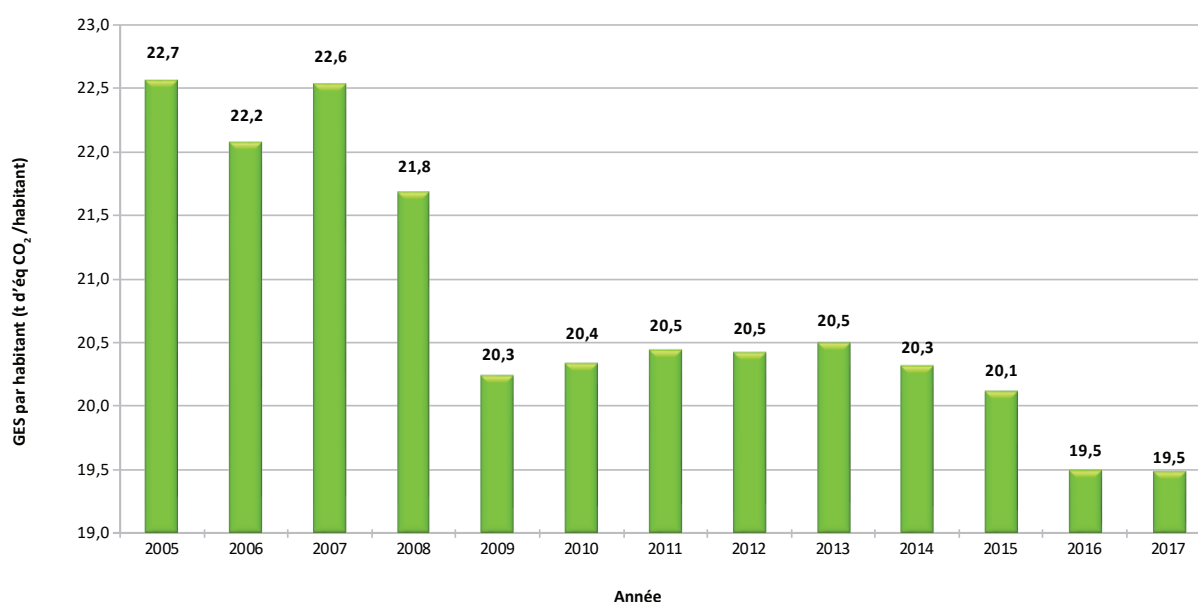


Figure S-3 Répartition des émissions totales du Canada par gaz à effet de serre (2017)*



*Note : La somme pourrait ne pas correspondre au total indiqué en raison de l'arrondissement.

Figure S-4 Émissions de GES par habitant au Canada (2005–2017)



Source des données sur la population : StatCan b

émissions de gaz synthétiques (HFC, PFC, SF₆ et NF₃) représentaient légèrement moins de 2 %.

Même si le Canada n'a contribué qu'à environ 1,6 % des émissions mondiales de GES en 2015 (CAIT, 2017), il est l'un des plus grands émetteurs par habitant. Les émissions par habitant du Canada ont beaucoup diminué depuis 2005, alors que cet indicateur était à 22,7 t d'éq. CO₂ par habitant, il a atteint un niveau encore plus bas à 19,5 t d'éq. CO₂ par habitant (Figure S-4).

S.4. Émissions et tendances par secteur du GIEC

Tendances des émissions

Au cours de la période s'étendant de 2005 à 2017, les émissions totales ont diminué de 15 Mt ou 2,0 % (Figure S-5). Le secteur de l'énergie a dominé cette tendance, avec une baisse des émissions de 15 Mt (4 %) pour les sources de combustion fixes et de 5 Mt (9 %) pour les sources fugitives (Tableau S-2). En outre, au cours de la même période, les émissions du secteur PIUP ont connu une diminution de 1,8 Mt (3 %), et les émissions du secteur des déchets ont baissé de 1,4 Mt (7 %). Toutefois, les émissions du secteur des transports ont augmenté de 9,0 Mt (5 %),

contrebalançant partiellement les diminutions dans les autres secteurs (Figure S-6).

Depuis 2009, soit depuis que les émissions ont atteint leur plus bas niveau de la dernière décennie, la croissance des émissions peut être attribuée à l'augmentation de l'extraction de pétrole et de gaz (34 Mt), du nombre de camions légers à essence (8,4 Mt) et de véhicules lourds à moteur diesel en circulation (6,8 Mt), de la consommation des halocarbures, SF₆ et NF₃ (5,8 Mt) et de l'application d'engrais azotés inorganiques (3,9 Mt). Pendant la même période, les émissions provenant de la production d'électricité ont connu une baisse de 21 Mt, ce qui a partiellement contrebalancé la croissance des émissions.

De plus amples renseignements sur les tendances des émissions de GES pour les années 1990 et 2005 et leurs facteurs déterminants se retrouvent au chapitre 2⁴. De plus, des ventilations supplémentaires des émissions ainsi qu'une série chronologique complète sont présentées en ligne à l'adresse : <http://ouvert.canada.ca>.

La section ci-dessous décrit en détails les émissions et les tendances dans chaque secteur du GIEC.

4 Le RIN intégral peut être consulté en ligne à l'adresse : <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2019>.

Figure S-5 Tendances des émissions de GES au Canada, par secteur du GIEC (2005–2017)

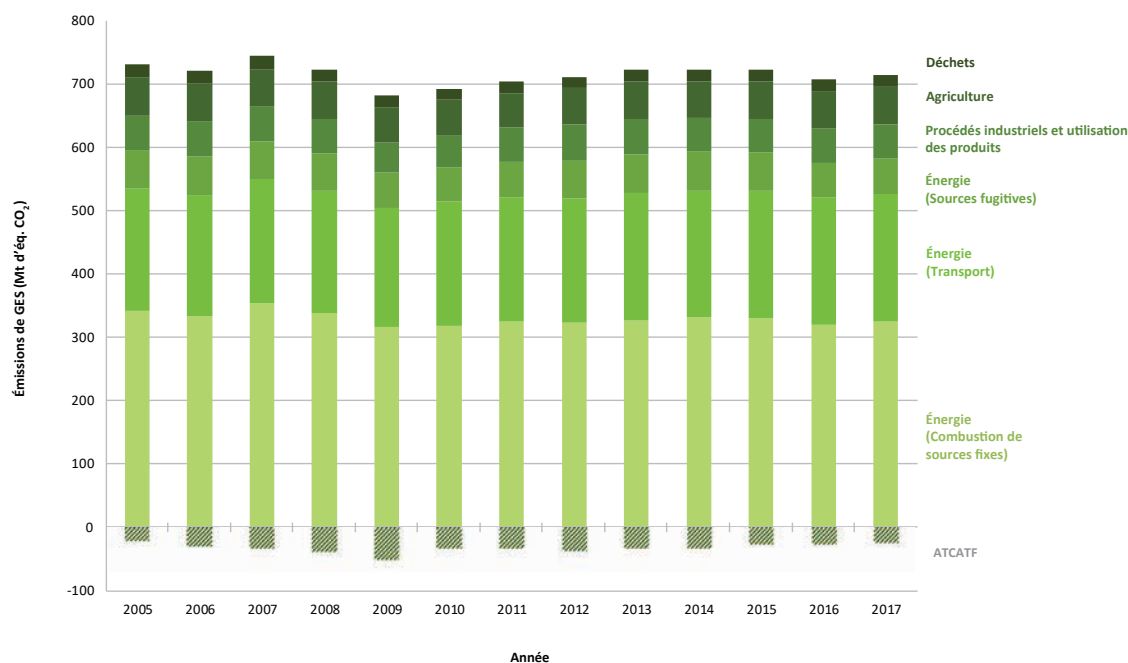


Figure S-6 Variations des émissions, par secteur du GIEC (2005–2017)

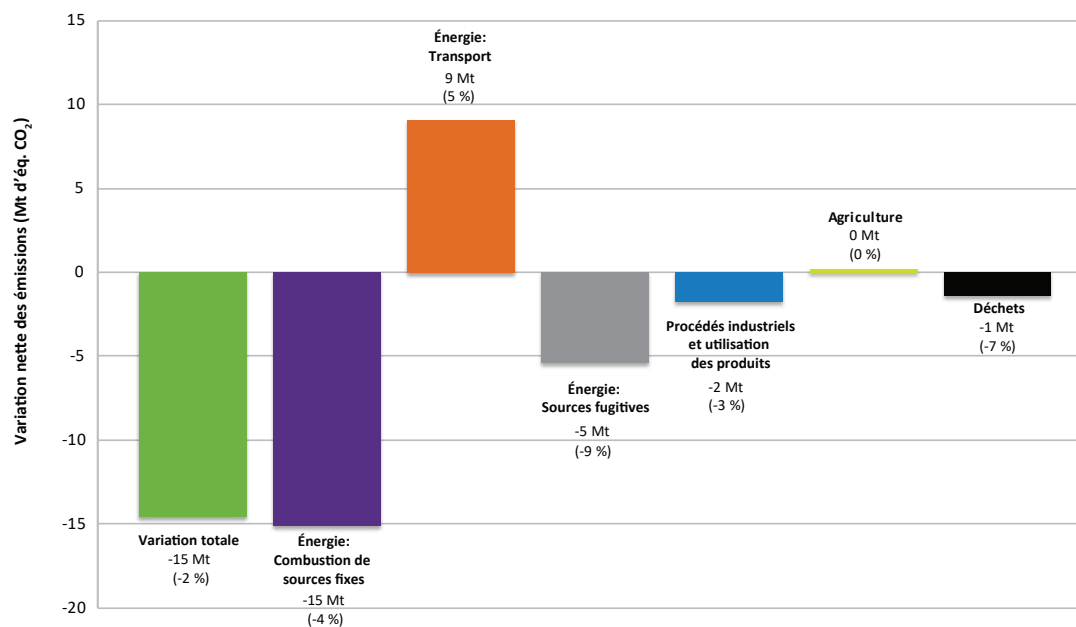


Tableau S-2 Émissions de GES au Canada, par secteur du GIEC, certaines années

Catégories de gaz à effet de serre	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mt d'équivalent CO ₂							
TOTAL^{1,2}	730	711	722	723	722	708	716
ÉNERGIE	595	578	589	594	592	575	583
a. Sources de combustion fixes	342	323	327	331	330	320	327
Production de chaleur et d'électricité du secteur public	125	91	87	84	87	81	79
Industries de raffinage du pétrole	20	19	18	18	18	18	18
Extraction de pétrole et de gaz	63	86	92	97	99	100	106
Exploitation minière	4,3	6,0	5,4	5,0	4,6	4,3	3,9
Industries manufacturières	48	44	45	45	44	42	43
Construction	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Commercial et institutionnel	33	29	30	31	30	30	31
Résidentiel	46	42	44	46	43	39	41
Agriculture et foresterie	2,2	3,8	3,8	3,8	3,6	3,8	3,7
b. Transports ²	192	197	202	200	202	201	201
Transport aérien intérieur	7,6	7,3	7,6	7,2	7,1	7,1	7,1
Transport routier	130	140	144	141	143	145	144
Transport ferroviaire	6,6	7,6	7,3	7,5	7,1	6,5	6,6
Transport maritime intérieur	6,4	5,6	5,2	4,8	4,7	3,6	4,4
Autres moyens de transport	42	36	38	39	40	39	40
c. Sources fugitives	61	59	61	63	60	55	56
Exploitation de la houille	1,4	1,4	1,5	1,3	1,1	1,3	1,1
Pétrole et gaz naturel	60	57	59	61	59	54	54
d. Transport et stockage du CO ₂	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DES PRODUITS	56	58	55	53	47	55	54
a. Produits minéraux	10	8,5	7,8	7,8	8,1	7,9	8,5
b. Industries chimiques	9,5	6,4	6,4	6,0	6,5	6,6	5,8
c. Production de métaux	20	17	15	15	14	16	16
d. Production et consommation d'halocarbures, de SF ₆ et de NF ₃	5,1	9,1	9,4	10	11	12	13
e. Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant	10	17	16	13	12	12	10
f. Fabrication et utilisation d'autres produits	0,53	0,53	0,56	0,49	0,58	0,66	0,71
AGRICULTURE	60	57	59	58	58	59	60
a. Fermentation entérique	31	25	25	24	24	24	24
b. Gestion des fumiers	8,8	7,7	7,8	7,7	7,8	7,9	8,0
c. Sols agricoles	19	22	24	23	24	24	25
d. Incinération des résidus agricoles dans les champs	<0,05	<0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05
e. Chaulage, application d'urée et autres engrais carbonés	1,4	2,3	2,7	2,5	2,6	2,5	2,5
DÉCHETS	20	18	18	19	19	19	19
a. Évacuation des déchets solides	18	16	16	17	17	17	17
b. Traitement biologique des déchets solides	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4
c. Traitement et rejet des eaux usées	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
d. Incinération et combustion à l'air libre de déchets	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
AFFECTATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE	- 21	- 36	- 33	- 32	- 25	- 25	- 24
a. Terres forestières	- 160	- 160	- 160	- 160	- 150	- 150	- 150
b. Terres cultivées	- 11	- 11	- 10	- 9,5	- 8,6	- 7,8	- 6,8
c. Prairies	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
d. Terres humides	3,1	3,0	3,0	3,1	2,9	2,9	3,2
e. Zones de peuplement	3,8	3,7	3,8	3,9	3,9	3,8	3,5
f. Produits ligneux récoltés	140	130	130	130	130	130	130

Notes :

Les sommes pourraient ne pas correspondre aux totaux indiqués en raison de l'arrondissement.

1. Les totaux nationaux excluent tous les GES du secteur de l'ATCATF.

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

Énergie—Émissions de GES de 2017 (583 Mt)

En 2017, les émissions de GES produites par le secteur de l'énergie du GIEC (583 Mt) étaient 1,9 % plus faibles qu'en 2005 (595 Mt). Dans le secteur de l'énergie, l'augmentation de 43 Mt des émissions provenant de l'extraction de pétrole et de gaz a été contrebalancée par une diminution de 46 Mt des émissions dues à la production d'électricité et de chaleur du secteur public.

La diminution de la production d'électricité à partir de charbon (40 %) et de pétrole (70 %), jumelée à une augmentation de 17 % de la production d'énergie hydroélectrique, nucléaire et éolienne, a été un facteur principal à l'origine de la diminution de 37 % des émissions dues à la production d'électricité et de chaleur entre 2005 et 2017. La fermeture permanente, achevée en 2014, de toutes les centrales électriques alimentées au charbon de l'Ontario a contribué dans une proportion de 77 % à réduire la consommation de charbon⁵, bien que des baisses de cette consommation aient été observées également en Alberta (14 %), en Nouvelle-Écosse (5 %), au Nouveau-Brunswick (2 %), au Manitoba (1 %) et en Saskatchewan (1 %). Une baisse de la consommation de pétrole s'est produite au Nouveau-Brunswick (77 %), en Nouvelle-Écosse (18 %), en Ontario (8 %) et au Québec (3 %). Les légères variations des émissions observées pendant la période sont dues à des changements dans la composition des sources de production d'électricité⁶.

Les émissions de GES associées aux industries manufacturières ont baissé de 5,5 Mt entre 2005 et 2017, ce qui concorde à la fois avec une baisse de 13 % de la consommation d'énergie et une diminution observée de la production⁷ par ces industries.

L'augmentation de 43 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 158 % de l'extraction de bitume et de pétrole brut synthétique des sables bitumineux canadiens depuis 2005.

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 des émissions du transport routier s'explique en grande partie par la conduite accrue de véhicules. Malgré une réduction du nombre de kilomètres parcourus par véhicule, le parc total de véhicules a augmenté de 37 % depuis 2005, surtout pour les camions (les camions légers et lourds), entraînant dans l'ensemble davantage de kilomètres parcourus.

Procédés industriels et utilisations des produits—Émissions de GES de 2017 (54 Mt)

Le secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits englobe les émissions de GES non liées à l'énergie issues de procédés de fabrication et de l'utilisation des produits, comme la calcination du calcaire dans la production de ciment et l'utilisation d'hydrofluorocarbures (HFC) et de perfluorocarbures (PFC) comme réfrigérants pour remplacer des substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO). Les émissions du secteur PIUP ont contribué aux 54 Mt (7,6 %) d'émissions du Canada en 2017.

Entre 2005 et 2017, les émissions des procédés de la plupart des catégories du secteur PIUP ont diminué. Une exception notable est l'augmentation de 7,5 Mt (146 %) des émissions dues à l'utilisation de HFC.

L'industrie de l'aluminium a enregistré une réduction de ses émissions dues aux procédés depuis 1990, en grande partie grâce aux améliorations technologiques pour réduire les émissions de PFC. La fermeture d'usines de production primaire de magnésium en 2003, 2007 et 2008 a aussi contribué à diminuer les émissions des procédés de la catégorie de production de métaux. La baisse globale des émissions de GES provenant des industries de produits chimiques depuis 1990 découle principalement de la fermeture, en 2009, de l'unique usine canadienne d'acide adipique qui était située en Ontario. Depuis 2009, les émissions provenant des industries de produits chimiques sont demeurées relativement stables.

⁵ Ontario Power Generation News, 15 avril 2014; <http://www.opg.com/news-and-media/news-releases/Pages/news-releases.aspx?year=2014>, consulté en janvier 2018.

⁶ La composition des sources de production d'électricité se caractérise par la quantité de combustible fossile utilisée par rapport à l'hydroélectricité et à d'autres sources d'énergie renouvelable et d'énergie nucléaire. En général, seules les sources de combustible fossile produisent des émissions de GES nettes.

⁷ Voir, par exemple, Tableau 25-10-0025-01, Industries manufacturières, total annuel de la consommation énergétique de combustibles en gigajoules, 31-33; https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2510002501&request_locale=fr (consulté le 18 décembre 2018).

Agriculture—Émissions de GES de 2017 (60 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. Les émissions associées à l'agriculture ont représenté 60 Mt, ou 8,4 % des émissions totales de GES pour le Canada en 2017, et sont demeurées inchangées par rapport aux niveaux de 2005.

En 2017, les émissions du secteur de l'agriculture représentaient 30 % des émissions nationales de CH₄ et 77 % des émissions nationales de N₂O.

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 dans les Prairies. Depuis 2005, l'utilisation d'engrais a augmenté de 71 %, 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. En 2017, les émissions rejetées par le bétail pendant le processus de digestion (fermentation entérique) représentaient 40 % des émissions agricoles totales, et l'application d'engrais azotés inorganiques, 23 % des émissions agricoles totales.

Déchets—Émissions de GES de 2017 (20 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 19 Mt (2,6 %) des émissions totales du Canada en 2017 et 20 Mt (2,8 %) en 2005.

Dans le secteur des déchets, la source principale d'émissions est l'élimination des déchets solides (16,7 Mt d'éq. CO₂ en 2017), comprenant les sites d'enfouissement de déchets solides municipaux (DSM) (13,2 Mt en 2017) et de déchets ligneux (3,5 Mt en 2017). En 2017, l'élimination des déchets solides représentait 89 % des émissions du secteur, tandis que le traitement biologique des déchets solides (compostage), le traitement et le rejet des eaux usées ainsi que l'incinération et la combustion à l'air libre des déchets contribuaient à la part restante, soit 11 %.

Les émissions de CH₄ provenant des sites d'enfouissement publics et privés de DSM représentent 79 % des émissions attribuables à l'élimination des déchets solides. Ces émissions ont diminué de 5,4 % entre 2005 et 2017. Sur les 26 Mt d'éq. CO₂ de CH₄ générées par les sites d'enfouissement de DSM en 2017, seulement 13 Mt (ou 51 %) des émissions produites étaient effectivement rejetées dans l'atmosphère. Une partie significative (43 % ou 1 Mt) des émissions de CH₄ a été captée par des systèmes de collecte de gaz d'enfouissement, comparativement à 32 % en 2005. Une petite partie (6 % ou 1 Mt) a été oxydée au contact des matériaux de recouvrement.

Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie—Émissions de GES de 2017 (absorptions nettes de 24 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 2017, ce flux net correspondait à des absorptions nettes de 24 Mt qui, si elles étaient incluses aux totaux nationaux, diminueraient d'environ 3,3 % les émissions totales de GES au Canada.

Les absorptions nettes du secteur ATCATF ont fluctué au cours des dernières années, passant de 21 Mt en 2005 à 49 Mt en 2009, puis ont diminué jusqu'à 24 Mt en 2017. Les fluctuations sont principalement attribuables aux variations des émissions provenant des PLR et des prélèvements sur les Terres forestières qui sont étroitement liés aux taux de récolte.

Les estimations des terres forestières présentent séparément les émissions et les absorptions découlant de perturbations naturelles significatives (feux de forêt et insectes) dans les forêts aménagées, ce qui permet de dégager les tendances associées aux activités anthropiques

d'aménagement forestier. Les absorptions nettes ont fluctué entre 160 Mt et un niveau minimal de 150 Mt entre 2005 et 2017, à mesure que les forêts se rétablissent après les sommets atteints par les taux de récolte et les perturbations de faible intensité causées par des insectes au début des années 2000. Au cours de la même période, les émissions des PLR provenant de la récolte intérieure ont diminué de 140 Mt en 2005 à 120 Mt en 2009 (l'année où les taux de récolte sont les plus bas) et ont depuis augmenté à 130 Mt en 2017. Environ 29 % des émissions des PLR proviennent de produits ligneux à longue durée de vie atteignant la fin de leur vie économique des décennies après la récolte du bois. Par conséquent, les tendances en matière d'émissions et de prélèvements dans les produits ligneux récoltés et dans les terres forestières sont influencées par les tendances récentes en matière de gestion forestière et par l'impact à long terme de la gestion forestière au cours des dernières décennies.

À l'heure actuelle, les absorptions nettes des terres cultivées sont inférieures à celles de 2005. Les absorptions de GES par les terres cultivées ont atteint un sommet de 12 Mt en 2006 et ont diminué depuis pour s'établir à un bas niveau de 7 Mt en 2017, principalement par suite d'une augmentation de la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles dans les Prairies et de l'effet à la baisse de l'adoption de pratiques de conservation du sol pour les terres cultivées.

La conversion de forêts⁸ à d'autres affectations est une pratique courante, mais qui diminue au Canada. Les forêts sont principalement converties en établissements pour l'extraction de ressources et l'accroissement de la superficie des terres cultivées. Les émissions imputables à la conversion de forêts sont passées de 16 Mt en 2005 à 14 Mt en 2017.

S.5. Secteurs économiques canadiens

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. En général, on établit le profil complet des émissions d'un secteur économique donné 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.

Les tendances des émissions de GES dans les secteurs économiques du Canada de 2005 à 2017 concordent avec celles décrites pour les secteurs du GIEC, avec les secteurs économiques du pétrole et du gaz, et des transports révélant une augmentation de 23 % et de 7 % depuis 2005 (Figure S-7 et Tableau S-3). Ces augmentations ont été davantage contrebalancées par les diminutions des émissions dans les secteurs de l'électricité (38 %), de l'industrie lourde (16 %), et des déchets et autres (9 %).

Pour plus 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'une corrélation détaillée entre les catégories de secteurs du GIEC et des secteurs économiques.

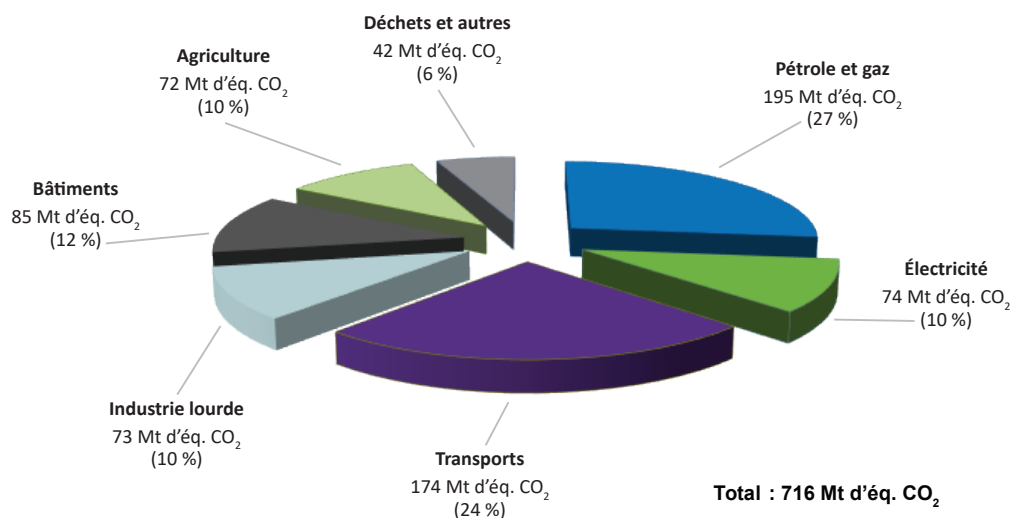
S.6. Émissions de GES des provinces et des territoires

Les émissions varient grandement d'une province 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 gaz à effet de serre des provinces qui dépendent des combustibles fossiles pour la production d'électricité sont relativement supérieures à celles des provinces qui utilisent davantage 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, passant de 231 Mt en 2005 à 273 Mt en 2017 (18 %), en raison surtout de l'accroissement

⁸ Les émissions résultant de la conversion des forêts sont incorporées aux sommes des émissions des autres catégories d'affectation des terres; par conséquent, les valeurs de 14 et 16 Mt déclarées dans cette section sont incluses dans les sommes associées aux totaux des autres catégories d'affectation des terres.

Figure S-7 Répartition des émissions du Canada par secteur économique (2017)



Note : La somme pourrait ne pas correspondre au total indiqué en raison de l'arrondissement.

Tableau S-3 Émissions de GES au Canada par secteur économique, certaines années

	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mt d'équivalent CO ₂								
TOTAL DES ÉMISSIONS NATIONALES DE GES	602	730	711	722	723	722	708	716
Pétrole et gaz	106	158	176	186	193	192	187	195
Électricité	94	119	84	81	78	81	76	74
Transports	122	162	172	175	173	174	174	174
Industrie lourde ¹	97	87	80	78	78	77	76	73
Bâtiments	74	86	86	86	88	86	82	85
Agriculture ²	57	72	70	72	71	71	72	72
Déchets et autres ³	52	47	42	43	42	42	41	42

Notes :

Les sommes pourraient ne pas correspondre aux totaux indiqués en raison de l'arrondissement.

Les estimations présentées font partie d'un processus d'amélioration continue. La valeur des émissions passées peut être modifiée dans les futures éditions du rapport à la lumière de nouvelles données et en raison du perfectionnement des méthodes et des modèles utilisés.

1. Le secteur Industrie lourde représente les émissions issues des activités minières (autres que les activités associées à la production de charbon et gazières et pétrolières), de la fonte et du raffinage, de la production et de la transformation de produits industriels, tels que le papier et le ciment.

2. Les émissions associées à la production d'engrais sont déclarées dans le secteur de l'industrie lourde.

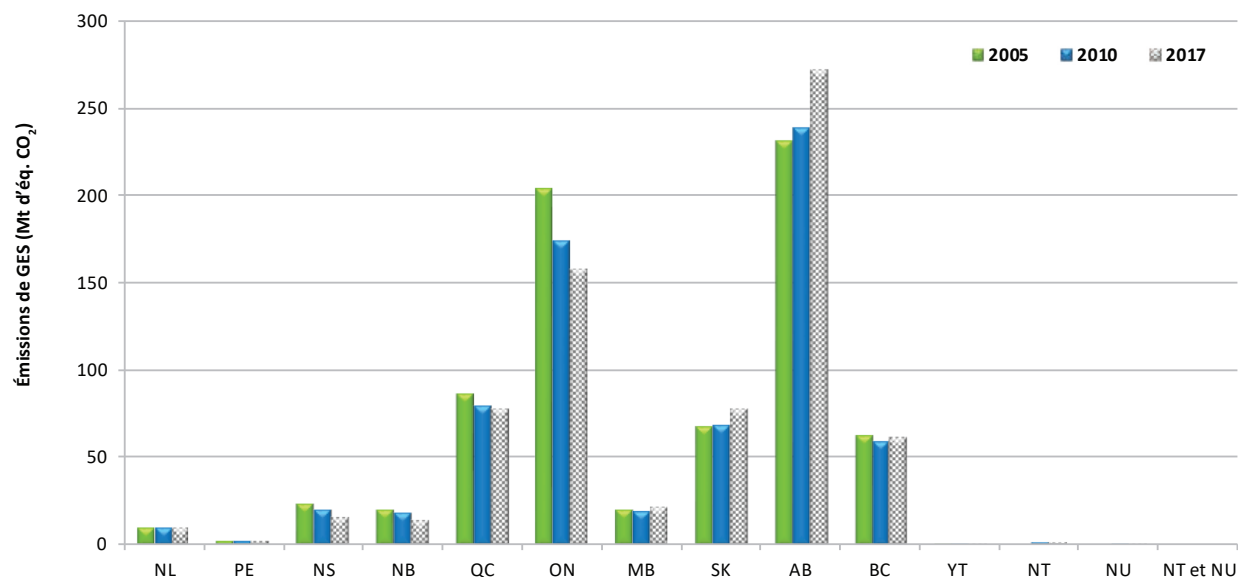
3. Autres : production de charbon, industrie légère, construction et ressources forestières.

des opérations pétrolières et gazières (Figure S-8 et Tableau S-4). En revanche, les émissions ont diminué de façon soutenue en Ontario depuis 2005 (de 45 Mt ou 22 %), en grande partie grâce à la fermeture de centrales électriques alimentées au charbon.

De plus, depuis 2005, les émissions ont diminué de 8,4 Mt (9,8 %) au Québec et de 1,0 Mt (1,5 %) en Colombie-Britannique. Les émissions de la Saskatchewan ont augmenté de 9,8 Mt (14 %)

entre 2005 et 2017. Les émissions ont aussi augmenté au Manitoba et à Terre-Neuve-et-Labrador depuis 2005, mais dans une moindre mesure (1,5 Mt ou 7,7 % et 0,7 Mt ou 6,9 %, respectivement). Les provinces qui ont connu des baisses plus importantes de leurs émissions sont le Nouveau-Brunswick (réduction de 5,7 Mt ou 28 %), la Nouvelle-Écosse (réduction de 7,6 Mt ou 33 %) et l'Île-du-Prince-Édouard (réduction de 0,2 Mt ou 10 %).

Figure S-8 Émissions par province et territoire en 2005, en 2010 et en 2017



Note: La somme pourrait ne pas correspondre au total indiqué en raison de l'arrondissement.

Tableau S-4 Émissions de GES par province/territoire, certaines années

Année	Émissions annuelles (Mt d'équivalent CO ₂) ¹								Variation (%)
	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2005-2017
Total des GES (Canada)	602	730	711	722	723	722	708	716	-2,0%
NL	9,4	9,9	9,4	9,4	10	11	11	11	6,9 %
PE	1,9	2,0	2,1	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	-10 %
NS	20	23	19	18	16	17	16	16	-33 %
NB	16	20	17	15	14	14	15	14	-28 %
QC	86	86	80	80	78	78	78	78	-9,8 %
ON	180	204	169	168	166	165	162	159	-22 %
MB	18	20	20	21	21	21	21	22	7,7 %
SK	44	68	71	73	76	79	76	78	14 %
AB	173	231	261	271	276	275	264	273	18 %
BC	52	63	60	61	60	59	61	62	-1,5 %
YT	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	-1,3 %
NT	S.O.	1,6	1,5	1,3	1,5	1,7	1,6	1,3	-19 %
NU	S.O.	0,4	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	33 %

Notes :

1. Les sommes pourraient ne pas correspondre aux totaux indiqués en raison de l'arrondissement.

S.O. = Sans objet

S.7. Dispositions prises relativement à l'inventaire national

Environnement et Changement climatique Canada est l'unique entité nationale responsable de la préparation et de la présentation à la CCNUCC du

Rapport d'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 capacité de définir des catégories clés et de produire une analyse d'incertitude quantitative; un processus de recalcul dû aux 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 directives de la CCNUCC pour la notification des inventaires annuels (se reporter au chapitre 1, section 1.2).

Structure du rapport

Parmi les exigences de la CCNUCC figurent la compilation et la présentation annuelles du Rapport d'inventaire national (RIN) et des tableaux du Cadre uniformisé de présentation de rapports (CUPR). Les tableaux du CUPR sont une série de tableaux de données normalisées essentiellement quantitatives qui sont transmis par voie électronique. Le RIN contient les renseignements à l'appui des tableaux du CUPR, 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 (Introduction) présente un aperçu des dispositions juridiques, institutionnelles et procédurales mises en œuvre par le Canada pour produire l'inventaire (c.-à-d. les dispositions relatives à l'inventaire national), les procédures d'assurance et de contrôle de la qualité ainsi qu'une description du système canadien de déclaration des émissions par les installations. Le chapitre 2 contient une analyse des tendances des émissions de GES au Canada conforme à la structure de production de rapports de la CCNUCC 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 de la CCNUCC en matière de déclaration. Le chapitre 8 présente un sommaire des nouveaux calculs et des améliorations prévues.

La partie 2 du RIN 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.

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 en ligne sur le site Web du gouvernement ouvert du Canada à l'adresse: <https://ouvert.canada.ca/>.

Références du sommaire

Climate Analysis Indicators Tool (CAIT). 2017. Washington (DC): World Resources Institute. Disponible en ligne à l'adresse : <https://www.wri.org/our-work/project/cait-climate-data-explorer>.

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). 2018a. *Projections des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques au Canada*. Disponible en ligne à : <http://www.publications.gc.ca/site/eng/9.866116/publication.html>.

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). 2018b. *Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques: Deuxième rapport annuel synthèse de la mise en œuvre*. Disponible en ligne à : <http://www.publications.gc.ca/site/fr/9.847803/publication.html>.

Statistique Canada (StatCan). Sans date (a). Tableau 36-10-0369-01 : Produit intérieur brut en termes de dépenses, aux prix constants de 2012, annuel. Mis à jour le 14 décembre 2018 (consulté le 14 décembre 2018). Disponible en ligne à l'adresse : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3610036901&request_locale=fr.

Statistique Canada (StatCan). Sans date (b). Tableau 17-10-0005-01 (auparavant tableau CANSIM 051-0001 : Estimation de la population, selon le groupe d'âge et le sexe au 1^{er} juillet, Canada, provinces et territoires, annuel (personnes sauf indication contraire). Mis à jour le 13 décembre 2018 (consulté le 13 décembre 2018). Disponible en ligne à l'adresse : <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a05?searchTypeByValue=1&lang=fra&id=510001&pattern=510001&retrLang=fra>.

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

1.1. Inventaires des gaz à effet de serre et changements climatiques

Les changements climatiques sont un des plus importants enjeux environnementaux de notre époque. Il existe un ensemble de preuves très solides, reposant sur une vaste gamme d'indicateurs, selon lequel le climat est en train de changer et le système climatique planétaire se réchauffe. Bien que des processus naturels et des activités humaines puissent tous deux être à l'origine des changements climatiques, l'influence humaine sur le système climatique ne fait aucun doute, et les récentes émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES) sont les plus élevées jamais enregistrées (GIEC, 2014).

Les changements climatiques désignent des modifications des conditions météorologiques à long terme. Pour bien comprendre les changements climatiques, il importe d'expliquer clairement la distinction entre les conditions météorologiques et le climat. Les premières sont l'état de l'atmosphère à un moment précis et en un lieu donné. Cette expression est généralement employée lorsque des conditions sur de courtes périodes sont partagées. En revanche, le climat désigne le régime météorologique moyen (généralement établi sur une période de 30 ans) d'une région précise.

Il est maintenant bien connu que les concentrations de GES dans l'atmosphère se sont accrues significativement depuis la période préindustrielle. Depuis 1750, la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone (CO₂) s'est accrue de 146 %, celle de méthane (CH₄) de 257 % et celle d'oxyde nitreux (N₂O) de 122 % (OMM, 2018). Ces hausses résultent de l'utilisation de combustibles fossiles comme source d'énergie ainsi que de l'utilisation des terres et du changement d'affectation des terres, plus particulièrement en agriculture (GIEC, 2013).

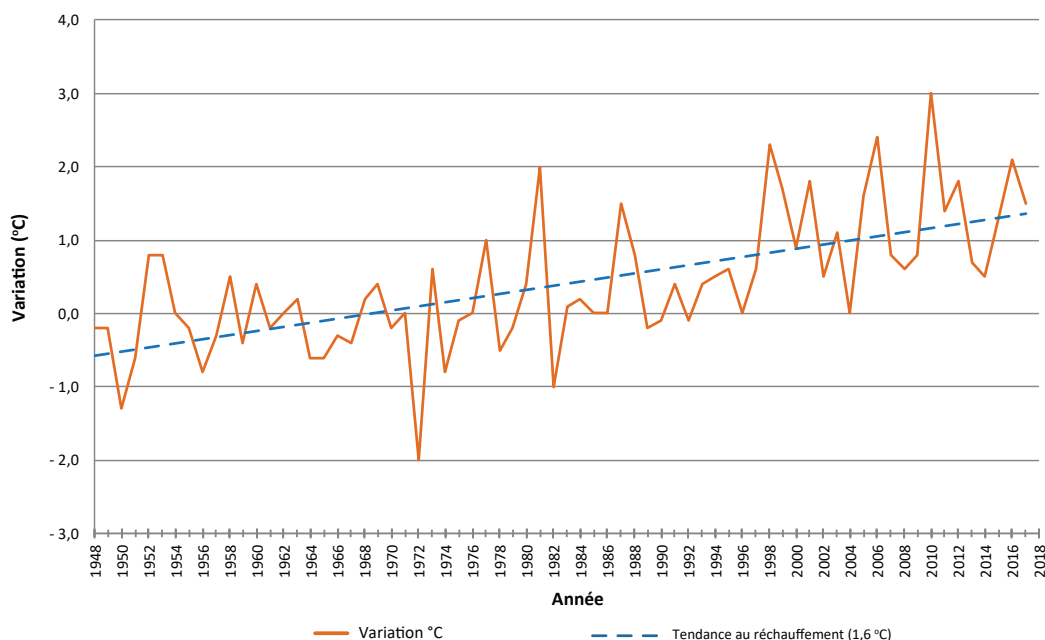
1.1. Inventaires des gaz à effet de serre et changements climatiques	1
1.2. Dispositions relatives à l'inventaire national du Canada	5
1.3. Assurance de la qualité, contrôle de la qualité et vérification	10
1.4. Examen de l'inventaire annuel	14
1.5. Méthodologies et sources de données	14
1.6. Catégories clés	15
1.7. Degré d'incertitude de l'inventaire	16
1.8. Évaluation de l'exhaustivité	17

Les récents changements climatiques ont eu de vastes répercussions sur les humains et les systèmes naturels (GIEC, 2014). Au Canada, les répercussions des changements climatiques pourraient se traduire par des phénomènes météorologiques extrêmes, une diminution des ressources d'eau douce, un accroissement des risques et de la gravité des feux de forêt et des infestations d'insectes, une réduction de l'étendue des glaces dans l'Arctique et une accélération de la fonte des glaciers. La température moyenne nationale du Canada pour l'année 2017 était de 1,5 °C au-dessus de la normale (voir la Figure 1-1). Depuis 1993, les températures annuelles au Canada sont demeurées au niveau de la normale ou ont dépassé la normale, et elles présentent une tendance au réchauffement de 1,8 °C au cours des 70 dernières années (ECCC 2018).

1.1.1. Inventaire des gaz à effet de serre du Canada

En décembre 1992, le Canada a ratifié la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) qui est entrée en vigueur en mars 1994. 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. Dans son plan d'action pour atteindre son objectif et mettre en œuvre ses dispositions, la CCNUCC énonce un certain nombre de

Figure 1–1 Variations des températures annuelles au Canada et tendance à long terme, 1948–2017, en °C



Source des données : Environnement et Changement climatique Canada (2018)

principes directeurs et d'engagements obligeant les gouvernements à rassembler et à mettre en commun des renseignements sur les émissions de gaz à effet de serre, les politiques nationales et les meilleures pratiques, à mettre en œuvre des mesures de réduction des émissions des GES et des mesures d'adaptation face aux impacts prévus des changements climatiques et, enfin, à unir leurs efforts pour mieux s'adapter à ces impacts. Les articles 4 et 12 de la Convention et la Décision 24/CP.19 obligent notamment les Parties à établir, mettre à jour régulièrement¹, publier et mettre à la disposition des inventaires nationaux des émissions anthropiques² par les sources et des absorptions par les puits de tous les GES non réglementés par le Protocole de Montréal³, qui utilisent des méthodes comparables.

Le présent Rapport d'inventaire national (RIN) des GES réunit les estimations des émissions annuelles de GES du Canada pour la période 1990–2017. Ce document, y compris les tableaux du Cadre

uniformisé de présentation des rapports (CUPR), constitue la présentation de 2019 du Canada à la CCNUCC. Le RIN et les tableaux du CUPR ont été préparés 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*, adoptées par la Conférence des Parties lors de sa dix-neuvième session de 2013.

1.1.2. Les gaz à effet de serre

Le présent rapport réunit des estimations des émissions et absorptions des GES suivants au Canada : dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), oxyde nitreux (N₂O), perfluorocarbures (PFC), hydrofluorocarbures (HFC), hexafluorure de soufre (SF₆) et trifluorure d'azote (NF₃). En outre, et conformément aux directives de la CCNUCC sur la production de rapports, l'annexe 7 fournit le lien Internet pour trouver des informations sur les précurseurs de l'ozone et d'aérosols suivants: le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils non méthaniques (COVMN) et les oxydes de soufre (SO_x).

¹ Les Parties visées à l'annexe I (ou les pays développés) doivent présenter chaque année un inventaire national, au plus tard le 15 avril.

² Le terme « anthropique » désigne les émissions et les absorptions induites par l'activité humaine qui se produisent sur des terres aménagées.

³ Aux termes du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone constitue une entente internationale visant à réduire la consommation et la production de substances appauvrissant la couche d'ozone.

Dioxyde de carbone (CO₂)

Le CO₂ est un gaz incombustible, incolore, inodore et présent à l'état naturel qui se forme durant la respiration, la combustion et la décomposition de substances organiques et lors de la réaction entre des acides et des carbonates. Il est présent dans l'atmosphère terrestre à de faibles concentrations et agit en tant que gaz à effet de serre. Le cycle du carbone est composé d'importants flux et réservoirs de carbone; par ceux-ci, le CO₂ est constamment retiré de l'air par son absorption directe dans l'eau et par les végétaux en raison de la photosynthèse et il est libéré naturellement dans l'air par la respiration des plantes et des animaux, la décomposition des végétaux, la matière organique du sol et le dégagement gazeux à la surface de l'eau. De petites quantités de dioxyde de carbone sont aussi injectées directement dans l'atmosphère par les émissions volcaniques et par de lents processus géologiques tels que l'érosion des roches (Hengeveld *et al.*, 2005). Bien que les émissions anthropiques de CO₂ soient relativement faibles par rapport à la quantité qui entre et sort de l'atmosphère en raison des flux naturels de carbone, soit environ 1/20 (Hengeveld *et al.*, 2005), il semble maintenant que les activités humaines modifient considérablement cet équilibre naturel. Cette constatation semble évidente en raison de la hausse constante des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère à l'échelle planétaire, mesurées depuis la période préindustrielle (Hengeveld *et al.*, 2005). Les sources anthropiques d'émissions de CO₂ comprennent la combustion de combustibles fossiles et de biomasse pour produire de l'énergie, le chauffage et la climatisation des bâtiments, les transports, les changements d'affectation des terres, incluant la déforestation, la production de ciment et d'autres procédés industriels.

Méthane (CH₄)

Le CH₄ est un gaz incolore, inodore et inflammable se présentant sous la forme du plus simple hydrocarbure. Le CH₄ est présent dans l'atmosphère terrestre à de faibles concentrations et il agit en tant que gaz à effet de serre. Le CH₄, habituellement sous forme de gaz naturel, est utilisé comme matière première dans l'industrie chimique (p. ex., production d'hydrogène et de méthanol) et comme carburant à différentes fins (p. ex., chauffage des maisons et utilisation des véhicules). Le CH₄ est produit à l'état naturel durant la décomposition des végétaux et de la matière

organique en l'absence d'oxygène, et il est libéré par les terres humides (incluant les rivières) ainsi que par le processus digestif de certains insectes et animaux comme les termites, les moutons et les bovins. Le CH₄ est également libéré à partir de procédés industriels, de l'extraction de combustibles fossiles, des mines de charbon, de la combustion incomplète de combustibles fossiles et de la décomposition des déchets dans les sites d'enfouissement.

Oxyde nitreux (N₂O)

Le N₂O est un gaz incolore, ininflammable et plus lourd que l'air qui dégage une odeur sucrée. Utilisé en tant que produit anesthésique en dentisterie et en chirurgie et en tant qu'agent propulseur dans les aérosols, le N₂O est le plus souvent produit en chauffant le nitrate d'ammonium (NH₄NO₃). Il est également libéré naturellement par les océans, par des bactéries présentes dans le sol et par des déchets d'origine animale. Les autres sources d'émission de N₂O comprennent la production industrielle de nylon et d'acide nitrique, la combustion de combustibles fossiles et de biomasse, les pratiques de travail du sol et l'utilisation d'engrais commerciaux et organiques.

Perfluorocarbures (PFC)

Les PFC forment une classe de substances chimiques d'origine humaine composées uniquement de carbone et de fluor. Ces puissants gaz à effet de serre ont été introduits en vue de remplacer les substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO), telles que chlorofluorocarbures (CFC) qui entrent dans la fabrication des semiconducteurs. Les PFC sont aussi utilisés comme solvants dans l'industrie des produits électroniques et comme frigorigène dans certains systèmes de réfrigération spécialisés. En plus d'être libérés durant leur utilisation, ils sont émis en tant que sous-produit durant la production d'aluminium.

Hydrofluorocarbures (HFC)

Les HFC forment une classe de composés chimiques d'origine humaine qui contiennent seulement du fluor, du carbone et de l'hydrogène; ces composés sont de puissants gaz à effet de serre. Puisque les HFC n'appauvrissent pas la couche d'ozone, ils sont souvent utilisés pour remplacer les substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO), telles que les chlorofluorocarbures (CFC),

les hydrochlorofluorocarbures (HCFC) et les halons dans diverses applications comme la réfrigération, l'extinction des incendies, la fabrication de semiconducteurs et le gonflement de la mousse.

Hexafluorure de soufre (SF₆)

Le SF₆ est un gaz synthétique incolore, inodore et non toxique (sauf s'il est exposé à des températures extrêmes), et il agit en tant que GES en raison de sa très grande capacité de rétention de la chaleur. Le SF₆ est principalement utilisé dans l'industrie de l'électricité en tant que gaz isolant pour les équipements à haute tension. Il est aussi utilisé comme gaz de couverture dans l'industrie du magnésium pour prévenir l'oxydation (combustion) du magnésium en fusion. En plus petites quantités, le SF₆ est utilisé dans l'industrie des produits électroniques pour la fabrication de semiconducteurs, et il peut aussi être utilisé comme gaz traceur au cours d'études sur la dispersion des gaz dans des environnements industriels et de laboratoire.

Trifluorure d'azote (NF₃)

Le NF₃ est un gaz incolore et ininflammable, utilisé dans l'industrie de l'électronique en remplacement des PFC et du SF₆. Il présente un pourcentage de conversion plus élevé en fluor (matière active dans le procédé industriel) que les PFC et le SF₆ pour la même quantité de production électronique. Il est utilisé dans la fabrication de semiconducteurs, de panneaux d'affichage à cristaux liquides (ACL) et d'applications photovoltaïques. Le NF₃ est décomposé en azote et en fluor gazeux in situ, et les radicaux de fluor résultants constituent les agents nettoyants actifs qui s'attaquent au silicium polycristallin. Le NF₃ est en outre utilisé dans les lasers au fluorure d'hydrogène et au fluorure de deutérium, qui sont des types de lasers chimiques (CCNUCC, 2010).

1.1.3. Potentiel de réchauffement planétaire

Les gaz à effet de serre ne sont pas tous similaires; chacun a une durée de vie dans l'atmosphère et un potentiel de rétention de chaleur qui lui est propre. L'effet de forçage radiatif⁴ d'un gaz dans

l'atmosphère dépend de sa capacité à provoquer un réchauffement de l'atmosphère. Ces effets sont directs lorsque le gaz lui-même est un GES, et indirects lorsque la transformation chimique du gaz d'origine produit un ou des gaz qui sont des GES ou quand un gaz influe sur la durée de vie atmosphérique des autres gaz.

Par définition, le potentiel de réchauffement planétaire (PRP) désigne le changement temporel du forçage radiatif attribuable au rejet instantané d'un kilogramme de la substance, exprimé par rapport au forçage radiatif résultant du rejet d'un kilogramme de CO₂. Le potentiel de réchauffement planétaire (PRP) d'un GES est une mesure relative de l'effet de réchauffement que peuvent exercer les émissions d'un gaz radiatif (p. ex. un GES) sur le système surface-atmosphère, qui tient compte à la fois du forçage radiatif instantané attribuable à une augmentation graduelle de la concentration et de la durée de vie du gaz dans l'atmosphère.

La notion de « potentiel de réchauffement planétaire » (PRP) a été créée pour permettre de comparer, dans une certaine mesure, la capacité de chaque GES à piéger la chaleur dans l'atmosphère par rapport au CO₂. Elle permet également de caractériser les émissions de gaz à effet de serre en fonction de la quantité de CO₂ qui serait nécessaire pour produire un effet de réchauffement similaire au cours d'une période donnée. C'est ce qui est appelé l'équivalent en dioxyde de carbone (ou éq. CO₂). Pour obtenir cette valeur, on multiplie la quantité de gaz par le PRP qui lui est associé. Cette normalisation en fonction de l'éq. CO₂ permet de quantifier les « émissions nationales totales » exprimées sous forme d'éq. CO₂.

Le GIEC élabore et met à jour les PRP pour tous les GES. Étant donné que les valeurs de PRP sont fondées sur les conditions de fond des concentrations de GES et du climat, il faut les ajuster régulièrement pour tenir compte de l'augmentation des gaz existant déjà dans l'atmosphère et de l'évolution des conditions atmosphériques. Conformément à la Décision 24/CP.19, on utilise dans ce rapport, les valeurs de PRP sur 100 ans recommandées par le GIEC dans son *Quatrième Rapport d'évaluation* (Tableau 1-1). Par exemple, le PRP du méthane (CH₄) sur 100 ans, utilisé dans le présent inventaire, est de 25; ainsi, le rejet de 100 kilotonnes (kt) de méthane est l'équivalent de 25 × 100 kt = 2 500 kt d'éq. CO₂.

⁴ Le terme « forçage radiatif » désigne l'ordre de grandeur du potentiel de piégeage de la chaleur d'un GES donné. Il se mesure en unités de puissance (watts) par unité de surface (mètre carré).

Tableau 1-1 Potentiel de réchauffement planétaire (PRP) selon le GIEC

GES	Formule	PRP actualisés 100 ans ¹	Durée de vie dans l'atmosphère (années)
Dioxyde de carbone	CO ₂	1	Variable
Méthane ²	CH ₄	25	12 ± 1,8
Oxyde nitreux	N ₂ O	298	114
Hexafluorure de soufre	SF ₆	22 800	3 200
Trifluorure d'azote	NF ₃	17 200	740
Hydrofluorocarbures (HFC)			
HFC-23	CHF ₃	14 800	270
HFC-32	CH ₂ F ₂	675	4,9
HFC-41	CH ₃ F	92	2,4
HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCHFCF ₂ CF ₃	1 640	15,9
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3 500	29
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1 100	9,6
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1 430	14
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	353	3,5
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4 470	52
HFC-152	CH ₂ FCH ₂ F	53	0,60
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	124	1,4
HFC-161	CH ₃ CH ₂ F	12	0,3
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	3 220	34,2
HFC-236cb	CH ₂ FCF ₂ CF ₃	1 340	13,6
HFC-236ea	CHF ₂ CHFCF ₃	1 370	10,7
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	9 810	240
HFC-245ca	CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	693	6,2
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	1 030	7,6
HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	794	8,6
Perfluorocarbures (PFC)			
Perfluorométhane	CF ₄	7 390	50 000
Perfluoroéthane	C ₂ F ₆	12 200	10 000
Perfluoropropane	C ₃ F ₈	8 830	2 600
Perfluorobutane	C ₄ F ₁₀	8 860	2 600
Perfluorocyclobutane	c-C ₄ F ₈	10 300	3 200
Perfluoropentane	C ₅ F ₁₂	9 160	4 100
Perfluorohexane	C ₆ F ₁₄	9 300	3 200
Perfluorodécane	C ₁₀ F ₁₈	7 500	1 000
Perfluorocyclopropane	c-C ₃ F ₆	17 340	1 000

Notes :

1. Source des données : Fourth Assessment Report—Errata (GIEC, 2012).

2. Le PRP du méthane tient compte des effets indirects de l'augmentation de l'ozone et de la vapeur d'eau stratosphérique.

1.2. Dispositions relatives à l'inventaire national du Canada

Les dispositions relatives à l'inventaire du Canada pour l'estimation des émissions anthropiques par les sources et des absorptions par les puits pour tous les GES qui ne sont pas visés par le Protocole de Montréal, englobent toutes les dispositions institutionnelles, juridiques et procédurales nécessaires pour assurer la conformité du Canada en ce qui concerne ses obligations en matière

de déclaration. Ces dispositions, comprenant des ententes et des descriptions officielles des rôles et des responsabilités des divers contributeurs à la préparation et à la présentation de l'inventaire national de GES, sont documentées de façon complète dans les archives de l'inventaire du Canada.

L'entité nationale responsable des dispositions relatives à l'inventaire national du Canada est la Division des inventaires et des rapports sur les polluants d'Environnement et Changement

climatique Canada. Voici les coordonnées de l'agent de coordination de l'inventaire national :

Directrice
Division des inventaires et rapports sur les polluants
Direction des sciences et de l'évaluation des risques
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement et Changement climatique Canada
7^e étage, 351, boul. St-Joseph
Gatineau QC K1A 0H3
Courriel : ec.ges-ghg.ec@canada.ca
Téléphone: 1-877-877-8375

Une description détaillée des fonctions de la Division des inventaires et rapports sur les polluants est présentée dans la section 1.2.2 « Modalités de préparation de l'inventaire ».

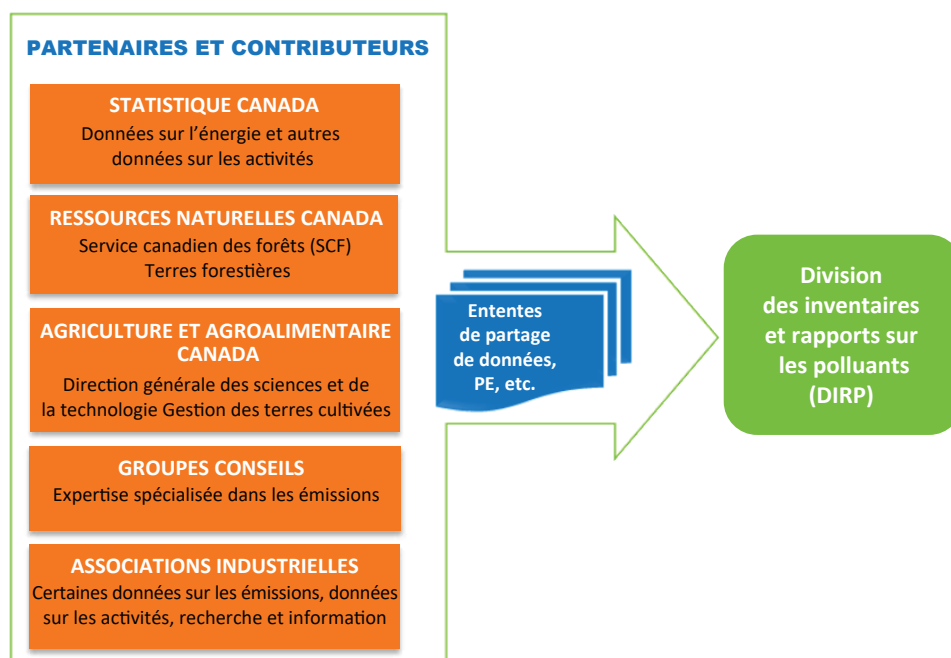
1.2.1. Dispositions institutionnelles

En tant qu'organisme fédéral responsable de la préparation et de la présentation de l'inventaire national à la CCNUCC, Environnement et Changement climatique Canada a établi et gère tous les aspects relatifs aux dispositions à l'appui de l'inventaire des GES.

Les sources et les puits de GES sont répartis dans un très vaste éventail de secteurs et d'activités économiques. Conscient de la nécessité de recourir aux meilleures expertises et informations techniques et scientifiques disponibles, Environnement et Changement climatique Canada a défini des rôles et des responsabilités pour la préparation de l'inventaire, tant à l'interne qu'à l'externe. Environnement et Changement climatique Canada a donc établi de nombreuses ententes avec des fournisseurs de données et des experts qui prennent diverses formes allant d'ententes informelles à des accords officiels. Ces ententes comprennent, entre autres, des partenariats avec d'autres ministères gouvernementaux, notamment Statistique Canada, Ressources naturelles Canada (RNCan), Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC); des ententes conclues avec des associations industrielles, des consultants et des universités; aussi, des ententes de collaboration avec les gouvernements provinciaux et territoriaux sur une base bilatérale.

La Figure 1–2 montre les divers partenaires et contributeurs de l'organisme responsable de l'inventaire et leur contribution à la préparation de l'inventaire national du Canada.

Figure 1–2 **Partenaires et contributeurs dans le cadre des dispositions relatives à l'inventaire national**



1.2.1.1. Statistique Canada

Statistique Canada, qui est l'organisme national responsable des statistiques, fournit à Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) une grande partie des données sur les activités nécessaires pour estimer les émissions de gaz à effet de serre des secteurs de l'énergie et des procédés industriels et de l'utilisation des produits. Statistique Canada est chargé de recueillir, de compiler et de diffuser les informations sur le bilan énergétique du Canada dans son *Bulletin sur la disponibilité et l'écoulement de l'énergie au Canada* (BDEEC). Le bilan énergétique est communiqué chaque année à Environnement et Changement climatique Canada aux termes d'une lettre d'entente conclue entre les deux organismes. Statistique Canada réalise aussi une enquête annuelle sur la consommation industrielle d'énergie (CIE), qui est une enquête complète des industries dont les résultats alimentent le développement du bilan énergétique.

Le système de gestion de la qualité de Statistique Canada pour le bilan énergétique comprend un processus d'examen interne et externe. Étant donné la complexité des données énergétiques, des experts de Statistique Canada, d'ECCC, de Ressources naturelles Canada (RNC) et du Centre canadien de données sur l'énergie et l'environnement (CEEDC) de l'Université Simon Fraser examinent la qualité et les aspects techniques relatifs aux données du BDEEC et sur la CIE et fournissent des avis, des orientations et des recommandations en vue d'améliorer le bilan énergétique. Aux annexes 3 et 4 du présent rapport, d'autres renseignements sur l'utilisation des données du bilan énergétique lors de l'élaboration des estimations de la consommation d'énergie s'y retrouvent.

Statistique Canada recueille également d'autres données sur l'énergie, telles que des renseignements sur l'exploitation minière et la production d'électricité et d'autres informations industrielles non reliées à l'énergie, dont des données sur la production d'urée et d'ammoniac ainsi que des données des activités sur les produits pétrochimiques. En plus, l'organisme recueille des données sur les activités agricoles (diverses cultures, production agricole et pratiques de gestion) par le biais du *Recensement de l'agriculture*, et fournit aussi des données sur la population animale.

1.2.1.2. Ressources naturelles Canada et Agriculture et Agroalimentaire Canada : système de surveillance du Canada pour l'affectation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie

Depuis 2005, Environnement et Changement climatique Canada a confié des responsabilités officielles à Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) et au Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada (SCF de RNC) pour l'élaboration d'éléments clés du secteur ATCATF, et a défini à cette fin des mécanismes formels et explicites de gouvernance par l'intermédiaire de protocoles d'entente.

La SCF de RNC élabore et fournit annuellement des estimations des émissions et absorptions de GES relatives aux terres forestières et aux produits ligneux récoltés, à la conversion de terres en terres forestières (boisement) et à la conversion de terres forestières en d'autres terres (déforestation). Le groupe de travail responsable de la surveillance de la déforestation fournit des estimations de l'activité de conversion des forêts. De plus, dans le passé, le secteur des Sciences de la Terre de RNC a favorisé la mise au point de produits d'observation de la Terre afin d'améliorer l'information terrestre utilisée dans l'estimation des émissions et des absorptions de GES provenant du secteur ATCATF.

AAC fournit des estimations des émissions et des absorptions de GES provenant des terres agricoles pour le secteur ATCATF, qui incluent notamment les effets des pratiques de gestion sur les sols agricoles et les effets résiduels de la conversion de terres en terres cultivées. De plus, AAC offre un appui scientifique pour le secteur de l'agriculture de l'inventaire.

Environnement et Changement climatique Canada dirige et coordonne le processus d'élaboration de l'inventaire annuel et réalise toutes les autres estimations pour le secteur ATCATF, effectue des analyses globales en matière de contrôle de la qualité et d'assurance de la qualité et s'assure de la cohérence des estimations fondées sur les terres au moyen d'un système de représentation intégrée des terres.

1.2.1.3. Autres ententes

En plus de son appui aux estimations pour le secteur ATCATF (section 1.2.1.2), Ressources naturelles Canada (RNC) fournit expertise et analyse en matière d'énergie, effectue des examens d'expert pour le secteur de l'énergie et recueille et fournit des données d'activité sur la production minérale, la consommation d'éthanol et les résidus de bois. Les données sur les véhicules routiers, comme l'efficacité énergétique et le taux de conduite, sont fournies par Transports Canada et Ressources naturelles Canada.

Environnement et Changement climatique Canada recueille annuellement les données sur les émissions de GES auprès des installations qui émettent directement d'importantes quantités de GES, en vertu de son Programme de déclaration des émissions de gaz à effet de serre (PDGES). Les données des émissions de GES des installations sont utilisées comme un élément important du processus global d'établissement de l'inventaire pour comparer et vérifier certaines estimations de l'inventaire dans le RIN. Pour obtenir plus d'information sur les données déclarées par les installations dans le cadre du PDGES, reportez-vous à la section 1.3.4.1.

Une entente bilatérale a été conclue avec l'Association de l'aluminium du Canada, aux termes de laquelle, elle fournit chaque année à Environnement et Changement climatique Canada, des estimations des émissions relatives aux procédés pour le CO₂, les PFC et le SF₆. Une entente similaire a été négociée avec l'Association canadienne de l'électricité pour la fourniture de données sur les émissions de SF₆ et d'autres données au sujet des systèmes de transport de l'électricité.

Au besoin, et lorsque les ressources le permettent, des contrats sont passés avec des firmes de consultants et des universités pour exécuter des études en profondeur, par exemple l'élaboration ou la mise à jour de coefficients d'émission propres aux pays.

1.2.2. Processus de préparation de l'inventaire

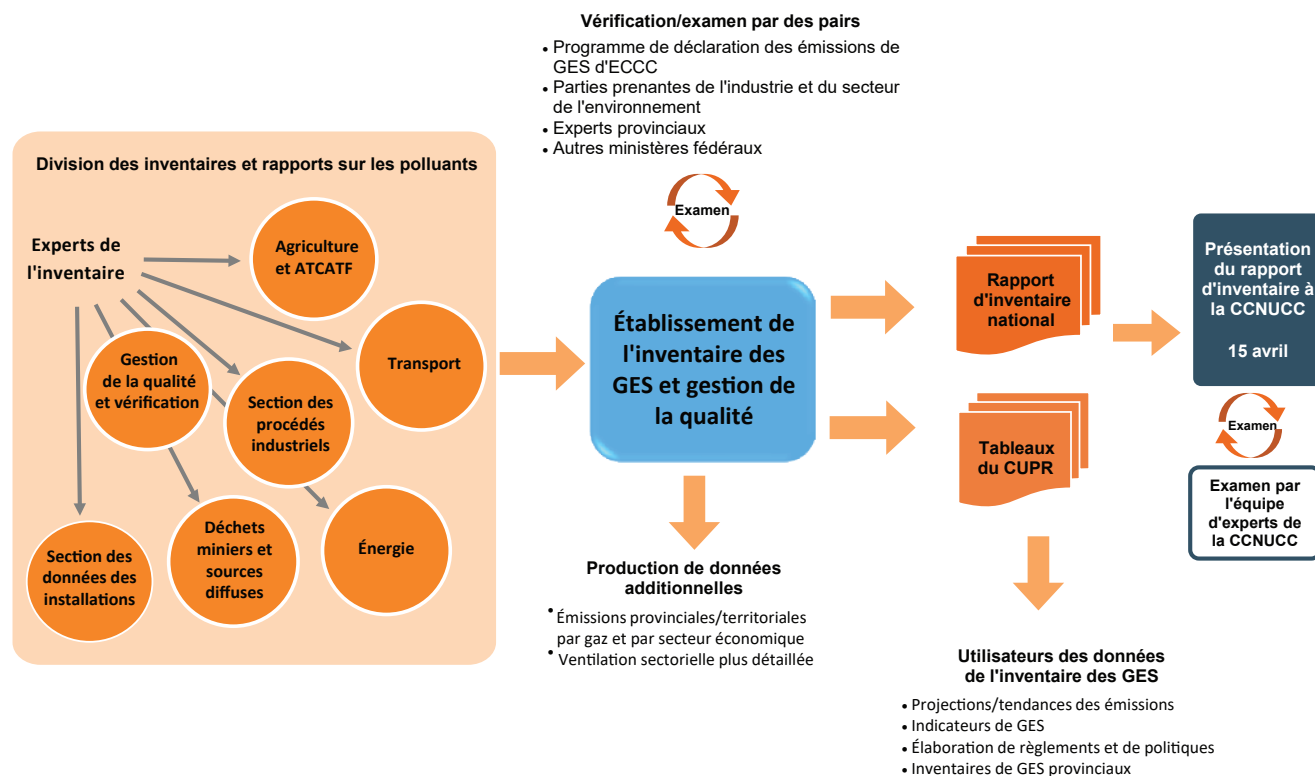
La Division des inventaires et rapports sur les polluants d'Environnement et Changement climatique Canada, avec la contribution de nombreux

experts et scientifiques canadiens, compile des données, dresse un inventaire et présente le rapport d'inventaire annuel du Canada. Les différentes étapes du processus de préparation de l'inventaire sont illustrées à la Figure 1-3.

L'inventaire est établi d'après un processus continu d'améliorations, de perfectionnements et d'examens méthodologiques, conformément aux plans de gestion et d'amélioration de la qualité. Le coordonnateur de l'inventaire de la Section de la vérification et de la gestion de la qualité est chargé de préparer le calendrier de préparation de l'inventaire; ce calendrier peut être modifié chaque année à la lumière des renseignements tirés du précédent cycle d'inventaire, des suivis d'AQ/CQ, du rapport de révision de la CCNUCC et de la collaboration avec les gouvernements provinciaux et territoriaux. À partir de ces résultats, les méthodologies et coefficients d'émission sont revus, élaborés ou raffinés. Des révisions d'AQ des méthodologies et des coefficients d'émissions sont entreprises généralement pour les catégories pour lesquelles des changements de méthodologie ou de coefficient d'émission sont proposés, et celles pour lesquelles une révision d'AQ de la méthodologie ou du coefficient d'émission est prévue.

Dans les premiers temps du cycle de l'inventaire (de mai à octobre), la collecte des données requises au moment de la finalisation du calendrier de publication de l'inventaire et la définition des rôles et des responsabilités sont amorcées. Les méthodes sont finalisées avant la fin du mois de septembre, et le processus de collecte de données est terminé avant la fin du mois d'octobre. Les données utilisées pour établir l'inventaire national proviennent généralement de sources publiées. Elles sont recueillies par voie électronique ou manuelle (sur copie papier) auprès des organismes sources, sont soumises à un contrôle de la qualité et sont saisies dans des systèmes de quantification des émissions : des feuilles de calcul, des bases de données et d'autres formes de modèles. En novembre et en décembre, des estimations préliminaires sont établies par des experts en inventaire désignés et examinés à l'interne. Ensuite, le texte du rapport est rédigé et les tableaux du CUPR sont préparés selon les lignes directrices de la CCNUCC. Les vérifications de CQ et les estimations sont acceptées par les gestionnaires avant que le rapport et les totaux

Figure 1-3 Processus de préparation de l'inventaire



nationaux soient préparés. Le processus de l'inventaire fait aussi intervenir l'évaluation des catégories clés, l'évaluation de l'exhaustivité, de nouveaux calculs, le calcul des incertitudes et la préparation de la documentation.

Entre les mois de janvier et de mars, l'inventaire compilé est tout d'abord révisé à l'interne et certaines de ses composantes sont révisées à l'externe par des spécialistes, des organismes gouvernementaux et des gouvernements provinciaux/territoriaux, puis le RIN fait entièrement l'objet de corrections. Les commentaires issus de l'examen sont documentés et, au besoin, incorporés dans le RIN et le CUPR, qui sont normalement présentés à la CCNUCC par voie électronique avant le 15 avril de chaque année. Les vérifications préliminaires du rapport soumis en avril sont réalisées par la CCNUCC en mai et juin. Une fois que le rapport est finalisé, le RIN est traduit en français.

Tous les documents pertinents à la préparation et à la publication de l'inventaire des GES du Canada sont archivés conformément aux *Lignes directrices 2006*

du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (GIEC, 2006) et à la *Politique sur la gestion de l'information* du Canada (Conseil du Trésor du Canada, 2012). Le Canada tient à jour des archives électroniques et une bibliothèque de référence pour ces documents.

1.2.3. Procédures pour l'examen et l'approbation officiels de l'inventaire

Dans le processus d'examen de l'inventaire national et des résultats, plusieurs séances d'information de hauts fonctionnaires ont lieu avant que le rapport soit présenté au ministre. Une fois le rapport révisé et/ou approuvé, l'agent de coordination de l'inventaire national prépare une lettre de présentation qui accompagnera le RIN et les tableaux du CUPR, lesquels seront ensuite expédiés par voie électronique.

1.2.4. Traitement des questions de confidentialité

De façon générale et aux fins de l'élaboration de l'inventaire des GES du Canada, renseignements confidentiels signifient tout renseignement pouvant directement ou indirectement identifier un particulier, une entreprise ou une organisation. Durant l'élaboration de l'inventaire, des procédures sont en place pour assurer la confidentialité des données sur les sources, au besoin. Pour protéger les renseignements confidentiels, certaines émissions sont additionnées jusqu'à un niveau tel que la confidentialité ne pose plus problème. Par exemple, dans certains cas, les émissions issues des terres cultivées sont additionnées pour toutes les zones de déclaration avoisinantes afin de protéger les données confidentielles.

Ces procédures sont documentées, et les données confidentielles sur les sources sont protégées et archivées en conséquence.

En ce qui concerne les données reçues de Statistique Canada, qui sont utilisées pour estimer les émissions de GES dans les secteurs de l'énergie et des procédés industriels et utilisation des produits, les protocoles de confidentialité sont appliqués aux estimations des GES avant leur présentation à la CCNUCC. Cela permet de s'assurer que les données statistiques agrégées qui sont divulguées ou publiées ne permettent pas d'identifier directement ou indirectement un particulier, une entreprise ou une organisation, conformément à l'entente de partage des données conclue entre Statistique Canada et Environnement et Changement climatique Canada.

1.2.5. Changements dans les dispositions relatives à l'inventaire national depuis la présentation du précédent inventaire annuel des GES

Aucun changement n'a été apporté aux dispositions relatives à l'inventaire national depuis la présentation du précédent inventaire annuel des GES.

1.3. Assurance de la qualité, contrôle de la qualité et vérification

Les procédures d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) et de vérification font partie intégrante des processus de production et de présentation des inventaires. Le Canada, en se fondant sur elles, peut respecter les exigences de la CCNUCC en matière de transparence, d'uniformité, de comparabilité, d'exhaustivité et de précision et, parallèlement, améliorer de façon continue les données et les méthodes afin de produire un inventaire crédible et valable.

1.3.1. Aperçu du système de gestion de la qualité du Canada

L'élaboration de l'inventaire des GES du Canada est fondée sur un processus continu de collecte des données, d'ajustement des méthodes et d'examen. Les procédures d'AQ/CQ se déroulent à toutes les étapes du cycle d'élaboration de l'inventaire.

Dans le but de s'assurer qu'un inventaire de haute qualité est produit chaque année, un système de gestion de la qualité de l'inventaire national a été élaboré et mis en œuvre pour la compilation et la publication annuelles de l'inventaire national des GES. Le système de gestion de la qualité comprend un plan d'AQ/CQ, un plan d'amélioration de l'inventaire, des processus de création, de documentation et d'archivage de l'information, un processus normalisé pour la mise en œuvre des changements de méthodes, la définition des principaux rôles et responsabilités ainsi qu'un échéancier pour la réalisation des diverses tâches et activités liées au RIN.

1.3.2. Plan d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité du Canada

Le plan d'AQ/CQ du Canada utilise une approche intégrée pour la gestion de la qualité de l'inventaire et vise l'amélioration continue des estimations des émissions et des absorptions. Le plan est conçu pour permettre l'application des procédures d'AQ/CQ et de vérification tout au long du processus de préparation de l'inventaire, de la collecte

des données initiales à la publication du Rapport d'inventaire national en français et en anglais, en passant par la préparation des estimations des émissions et des absorptions.

La préparation d'une documentation sur les procédures d'AQ/CQ se situe au cœur du Plan. Des listes de contrôle normalisées sont utilisées pour décrire de façon cohérente et systématique la totalité des activités d'AQ/CQ effectuées au cours de la préparation et de la présentation de l'inventaire annuel. Des vérifications de CQ ont lieu au cours de chaque étape de préparation de l'inventaire annuel et sont archivées avec les autres documents de procédure et de méthodologie, par catégorie d'inventaire et année de présentation.

1.3.2.1. Procédures de contrôle de la qualité

Les procédures de contrôle de la qualité (CQ) comprennent des vérifications techniques périodiques afin de mesurer et de contrôler la qualité de l'inventaire, de garantir la cohérence, l'intégrité, l'exactitude et l'exhaustivité des données et de déceler les erreurs et les omissions pour y remédier. Les procédures de CQ utilisées durant le cycle d'élaboration de l'inventaire englobent un vaste éventail de processus d'inventaire, depuis l'acquisition et la manipulation des données ou l'application des procédures et méthodes approuvées jusqu'au calcul des estimations et à leur documentation.

Des experts en matière d'inventaire effectuent systématiquement chaque année une série de vérifications de la qualité de niveau 1, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC, volume 1, section 6.6 (GIEC, 2006), des catégories clés et de tous les secteurs. Avant la présentation du rapport, les documents finaux du RIN (français et anglais) font l'objet de CQ généraux. Des contrôles de la qualité sont également effectués des données saisies dans l'outil en ligne du Cadre uniformisé de production de rapport (CUPR) par les coordonnateurs du CUPR, en plus de l'examen des tableaux par les experts des secteurs, pour la série chronologique complète des tableaux du CUPR.

Les procédures de CQ de niveau 1 propres aux catégories complètent les procédures de CQ pour l'inventaire général et visent des types précis de données utilisées. Ces procédures requièrent la

connaissance de la catégorie précise, y compris de la méthodologie, des types de données disponibles et des paramètres associés aux émissions ou aux absorptions.

Pour faciliter ces vérifications de niveau 1, des listes de vérification pour les CQ ont été élaborées afin de normaliser et documenter les procédures de CQ qui sont effectuées. Ces listes comprennent un registre de toutes les mesures correctives prises et des renvois à la documentation justificative. Des mises à jour mineures de la liste de vérification ont été faites en 2015 (Environnement Canada, 2015).

L'évaluation des procédures de CQ de niveau 2 est une occasion d'examiner de façon critique une ou plusieurs catégories spécifiques. Une évaluation complète est nécessaire pour s'assurer que la ou les catégories concernées demeurent actuelles et pertinentes pendant un certain nombre d'années suivant l'année de l'analyse. Cet examen, dont la portée est généralement vaste, utilise diverses approches propres aux secteurs, notamment la réalisation d'évaluations de l'applicabilité continue des méthodes, des coefficients d'émission (CE), des données sur les activités, de l'incertitude, etc., et la mise en place des fondements pour les activités à venir, notamment l'élaboration et la priorisation des recommandations en matière d'améliorations et les préparatifs visant les activités ultérieures d'AQ. Les vérifications du contrôle de la qualité de niveau 2 peuvent être documentées en suivant une liste de vérification normalisée ou en menant une étude en profondeur pour faire une évaluation complète.

1.3.2.2. Procédures d'assurance de la qualité

Conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC, les activités d'AQ sont effectuées selon un système planifié de procédures d'examen menées par des membres du personnel qui ne participent pas directement au processus de compilation ou d'élaboration de l'inventaire, le système étant exécuté en même temps que les procédures de CQ. L'AQ permet de s'assurer que l'inventaire contient les meilleures estimations possible des émissions et des absorptions, compte tenu de l'état actuel des connaissances scientifiques et de la disponibilité des données et qu'il renforce l'efficacité du programme de CQ. Tout comme pour le CQ, l'AQ des composantes de l'inventaire est effectuée chaque année. De plus, certaines données et méthodes

sous-jacentes sont évaluées indépendamment chaque année par divers groupes et experts de l'industrie, des gouvernements provinciaux, d'autres ministères fédéraux et le milieu universitaire. La réalisation d'une AQ a pour but d'évaluer les données sur les activités, la méthodologie et le coefficient d'émission servant à établir les estimations, de préférence avant que l'on prenne une décision sur la mise en œuvre d'un changement de méthodologie.

1.3.3. Planification et priorisation des améliorations

Même si le Canada produit un inventaire de grande qualité chaque année, il y a toujours place à l'amélioration. Les améliorations peuvent provenir de diverses sources externes et internes.

Par exemple, à la fin de l'examen annuel approfondi de l'inventaire des GES du Canada, des équipes d'examen composées d'experts (EEE) fournissent des commentaires et des recommandations sur tout problème relatif aux méthodes ou aux procédures. Ces recommandations portent habituellement sur des façons d'améliorer la conformité de l'inventaire du Canada aux principes directeurs en matière de transparence, d'uniformité, de comparabilité, d'exhaustivité et de précision. Outre les améliorations proposées par les EEE, l'équipe de l'inventaire des GES est aussi encouragée à tirer parti de ses connaissances et de son expérience dans l'élaboration des estimations de l'inventaire pour déterminer les aspects à améliorer dans les inventaires à venir, en prenant en considération les avancées scientifiques, les approches de modélisation nouvelles et innovatrices et les nouvelles sources de données sur les activités.

De nombreuses améliorations s'échelonnant sur de nombreuses années, le Canada a élaboré un plan d'amélioration de l'inventaire, qui identifie et suit les améliorations planifiées des estimations des émissions (y compris les données sur les activités sous-jacentes, les coefficients d'émission et les méthodes) et des éléments des dispositions relatives à l'inventaire national (notamment le plan d'AQ/CQ, l'infrastructure et la gestion des données, les processus d'archivage, l'analyse des incertitudes et l'évaluation des catégories clés). Ce plan comprend toutes les activités d'amélioration planifiées qui permettront d'améliorer encore plus la transparence, l'uniformité,

la comparabilité, l'exhaustivité et la précision de l'inventaire des GES du Canada. Le plan est mis à jour tous les ans. La priorité des améliorations est établie par chaque section, en tenant compte des résultats des activités d'AQ/CQ et de vérification (décrites dans le plan d'AQ/CQ), de l'analyse des catégories clés et des incertitudes, de la disponibilité des ressources et de l'évaluation des répercussions possibles. Des renseignements supplémentaires sur les améliorations apportées à l'inventaire se trouvent au chapitre 8.

1.3.4. Vérification

En général, les activités de vérification comprennent la comparaison des estimations de l'inventaire avec des estimations indépendantes, soit pour confirmer le caractère raisonnable des estimations de l'inventaire, soit pour identifier les écarts importants. Pour que les comparaisons soient valables, il faut que des données (p. ex. des ensembles de données, des coefficients d'émission ou des données sur les activités) soient disponibles et qu'elles puissent être comparées de façon significative aux estimations de l'inventaire. C'est pourquoi les activités de vérification portent souvent sur des sous-ensembles des catégories de l'inventaire. L'uniformité entre les estimations de l'inventaire national et les estimations indépendantes fait augmenter le niveau de confiance et de fiabilité associé aux estimations de l'inventaire.

Les détails sur les activités de vérification sont disponibles aux chapitres 3-7.

1.3.4.1. Programme de déclaration de gaz à effet de serre

En mars 2004, le gouvernement du Canada a mis sur pied le PDGES, conformément à l'article 46 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (1999) (LCPE), afin de recueillir annuellement des renseignements sur les émissions de GES auprès d'installations canadiennes. Les exigences en matière de rapport sont décrites dans l'avis juridique publié chaque année dans la *Gazette du Canada*. À ce jour, les données sur les GES déclarées par les installations ont été recueillies et publiées dans le cadre du PDGES d'Environnement et Changement climatique Canada pour la période de 2004 à 2017.

En décembre 2016, le gouvernement du Canada a publié un avis d'intention afin d'informer les intervenants de son intention d'élargir le PDGES au moyen d'une

approche progressive. Il poursuit l'expansion pour permettre l'utilisation directe des données déclarées dans l'inventaire national des gaz à effet de serre, accroître l'uniformité et la comparabilité des données sur les GES déclarées dans l'ensemble des administrations et brosser un tableau plus complet des émissions des installations canadiennes. Le cycle de déclaration de données de 2017 représentait la première phase de l'expansion du PDGES. Pour cette phase, le seuil de déclaration a été abaissé afin que toutes les installations qui émettent 10 kt ou plus de GES (en unités d'éq. CO₂) soient visées. Il a aussi été requis d'installations ciblées d secteurs de l'industrie d'utiliser les méthodes prescrites afin de quantifier leurs émissions et de déclarer des renseignements supplémentaires sur leurs calculs. Les déclarations volontaires des installations dont les émissions de GES sont inférieures au seuil de déclaration sont également acceptées.

Pour les autres installations, aucune méthode d'estimation particulière n'est présentement prescrite; les déclarants peuvent choisir la méthodologie de quantification qui convient le mieux à leur industrie ou à leur fonctionnement. Cependant, ces installations déclarantes doivent utiliser des méthodes qui respectent les lignes directrices élaborées par le GIEC et adoptées par la

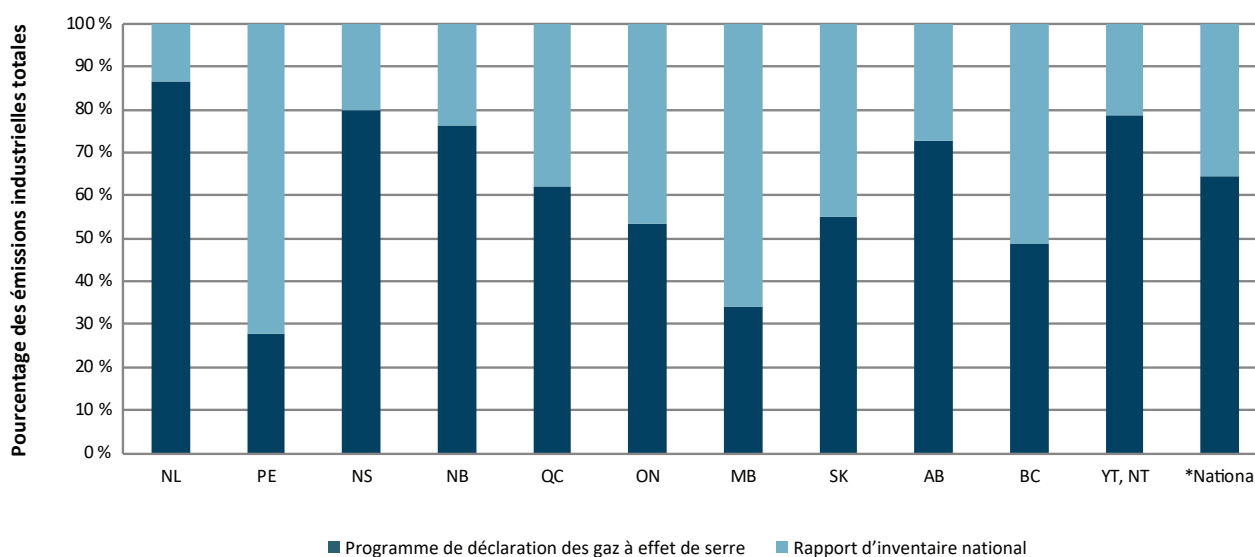
CCNUCC pour la préparation des inventaires nationaux des GES.

Il est important de noter que le PDGES s'applique à des sources d'émissions spécifiques qui existent dans les installations émettrices de GES et n'englobe pas les autres sources de GES, telles que le transport routier et l'agriculture, contrairement au rapport d'inventaire national qui regroupe l'ensemble des sources et des puits au Canada.

Le site Web⁵ du PDGES d'Environnement et Changement climatique Canada fournit un accès public aux données déclarées sur les émissions de GES (émissions totales de GES par gaz et par installation). Les émissions totales de GES déclarées par les installations pour 2017 représentent 41 % des émissions totales de GES du Canada en 2017 (716 Mt) et 64 % des émissions de GES du secteur industriel du Canada. L'ampleur des données déclarées par les installations sur les émissions de GES du secteur industriel à l'échelle provinciale varie de façon importante d'une province à l'autre, selon la taille et le nombre d'installations industrielles dans chaque province dont les émissions dépassent le seuil de déclaration de 10 kt (Figure 1-4).

⁵ Le site Web du Programme de déclaration des émissions de gaz à effet de serre se trouve à l'adresse suivante : <http://www.ec.gc.ca/ges-ghg/default.asp?lang=Fr&n=040E378D-1>

Figure 1-4 Émissions déclarées par les installations, en pourcentage des émissions industrielles* de GES, par province et territoire pour 2017



Notes :

Dans ce rapport sommaire, les émissions de GES industrielles du Canada comprennent les catégories de GES suivantes dans le Rapport d'inventaire national 1990-2017 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada : sources de combustion fixes (exception faite des sources résidentielles), autres transports, sources fugitives, procédés industriels et utilisation des produits, et déchets.

* Le Nunavut n'est pas inclus en raison du manque de données.

Les données des émissions de GES des installations servent, au besoin, à valider le caractère raisonnable des estimations des émissions présentées dans le RIN, élaborées en grande partie à partir de statistiques nationales et provinciales, et en accord avec les exigences de déclarations de la CCNUCC. L'information obtenue auprès de ces installations est rendue accessible aux gouvernements provinciaux et territoriaux. Le PDGES fournit également aux Canadiens de l'information cohérente sur les émissions de GES déclarées par les installations. Ces données améliorées sur les installations, recueillies dans le cadre du programme élargi de PDGES, seront révisées, dans le but d'intégrer directement ces données sur les installations au fil du temps, dans le RIN, dans la mesure du possible. On peut trouver des renseignements supplémentaires sur la façon dont ces données sont utilisées pour vérifier les estimations des émissions pour les différentes catégories de sources aux chapitres 3 à 7 du RIN.

Pour obtenir plus d'information sur les données déclarées par les installations dans le cadre du PDGES du Canada, y compris les variations observées des émissions des installations à court terme et à long terme, veuillez consulter le document intitulé *Programme de déclaration de gaz à effet de serre par les installations—Aperçu des émissions déclarées pour 2017* (Environnement et Changement climatique Canada, 2019).

1.4. Examen de l'inventaire annuel

Depuis 2003 (excepté 2018), l'inventaire national des GES du Canada a fait l'objet d'un examen annuel par des équipes d'experts indépendants, conformément aux *Directives pour l'établissement des communications nationales des Parties visées à l'annexe 1 de la Convention, première partie : directives FCCC pour la notification des inventaires annuels*. Le processus d'examen joue un rôle capital pour s'assurer que la qualité de l'inventaire est améliorée au fil du temps et que les Parties, aux termes de la Convention, respectent les exigences de déclaration convenues. L'exhaustivité, la précision, la transparence, la comparabilité et l'uniformité des estimations de l'inventaire peuvent également être attribuées au processus d'examen bien établi. L'inventaire du Canada a fait l'objet d'un examen centralisé et d'un examen de portée nationale, le dernier examen de portée nationale

ayant eu lieu en 2014⁶. Les rapports d'examen sont publiés en ligne par le Secrétariat de la CCNUCC une fois qu'ils sont finalisés⁷.

1.5. Méthodologies et sources de données

L'inventaire est structuré de manière à respecter les prescriptions de déclaration de la CCNUCC et il est subdivisé en cinq grands secteurs : énergie, procédés industriels et utilisation des produits, agriculture, ATCATF et déchets. Chacun de ces secteurs est à son tour subdivisé en sous-secteurs ou catégories. Les méthodes décrites ont été regroupées, dans la mesure du possible, en fonction des secteurs et des sous-secteurs de la CCNUCC.

Les méthodes que contiennent les Lignes directrices 2006 du GIEC ont servi à estimer les émissions et les absorptions de chacun des GES directs suivants : CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆ et NF₃.

Même si elles ne sont pas obligatoires, les directives de la CCNUCC sur l'établissement des rapports incitent les Parties à fournir des renseignements sur les GES indirects suivants : SO_x, NO_x, CO, et les COVNM (voir l'annexe 7 : Précurseurs de l'ozone et d'aérosols). Pour tous les secteurs, sauf le secteur ATCATF, ces gaz sont répertoriés et déclarés séparément à la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE ONU)⁸.

En général, un inventaire des émissions et des absorptions peut se définir comme un compte rendu détaillé des émissions anthropiques par les sources et des absorptions par les puits, là et au moment où elles ont lieu, dans l'année et la région du pays visées. Un tel inventaire peut être établi selon une approche « ascendante », « descendante » ou selon des approches combinées. L'inventaire national du Canada est établi par approche descendante, et il fournit des estimations au niveau sectoriel et au niveau provincial ou territorial sans attribution aux émetteurs individuels.

6 Des renseignements supplémentaires sur le processus d'examen et les directives de la CCNUCC sont disponibles à l'adresse suivante : http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/review_process/items/2762.php.

7 Des rapports d'examen des inventaires annuels sont disponibles à l'adresse suivante : <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/inventory-review-reports/inventory-review-reports-2018>.

8 L'information sur l'ozone et les précurseurs d'aérosols au Canada, y compris le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) et les oxydes de soufre (SO_x) est disponible dans l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques du Canada à l'adresse suivante : <http://www.ec.gc.ca/pollution/default.asp?lang=Fr&n=E96450C4-1>.

Les émissions ou les absorptions sont généralement calculées ou estimées à l'aide de la méthode du bilan massique, de la stœchiométrie, ou du coefficient d'émission dans des conditions moyennes. Dans bien des cas, les données sur les activités sont combinées aux coefficients d'émission moyens pour établir un inventaire national « descendant ». Des estimations régionales à grande échelle, basées sur des conditions moyennes, ont été établies pour les sources diffuses dans l'espace, comme les transports. Les émissions des sites d'enfouissement sont calculées au moyen d'un modèle de simulation qui rend compte de la production lente et du rejet de ces émissions à long terme.

Les systèmes biologiques manipulés, comme les terres agricoles, les forêts et les terres converties à d'autres usages, sont des sources ou des puits répartis sur de très grandes superficies. Les processus qui entraînent des émissions ou des absorptions présentent une variabilité spatiale et interannuelle considérable, et s'échelonnent également sur plusieurs années ou même des décennies. La méthode d'estimation des émissions et des absorptions la plus pratique exige de combiner des mesures répétées et la modélisation. La nécessité de séparer les effets anthropiques des vastes flux naturels représente un défi supplémentaire.

Les méthodes (annexe 3) et les coefficients d'émission (annexe 6) décrits dans ce document sont considérés comme les meilleurs qui existent aujourd'hui compte tenu des données disponibles relatives aux activités. Il y a souvent des limites à l'utilisation de méthodes ou de coefficients d'émission plus exacts en raison du manque de données sur les activités. Avec le temps, bon nombre de méthodes ont été révisées et améliorées, et de nouvelles sources ont aussi été ajoutées à l'inventaire.

Les activités d'amélioration de la méthodologie et des données, qui tiennent compte des résultats des procédures d'AQ/CQ, des examens et des vérifications, sont planifiées et mises en œuvre en continu. À noter que la mise en œuvre des améliorations prévues est souvent mise en place sur plusieurs années. Ces activités d'amélioration de la méthodologie et des données sont menées afin d'améliorer encore plus la transparence de l'inventaire national, son exhaustivité, sa précision, son uniformité et sa comparabilité. De ce fait, les changements qui touchent les données ou

les méthodes conduisent souvent à recalculer les estimations des GES pour la totalité des séries chronologiques allant de 1990 à l'année la plus récente. Le chapitre 8 explique plus en détails les méthodes utilisées pour recalculer les estimations et les améliorations apportées à ces méthodes.

1.6. Catégories clés

Les Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006) définissent les procédures (sous forme de schéma décisionnel) pour sélectionner les méthodes d'estimation. Ces schémas officialisent le choix de la méthode d'estimation qui convient le mieux à la situation d'un pays tout en tenant compte de la disponibilité des connaissances et des ressources (aussi bien financières qu'humaines). En règle générale, la précision et l'exactitude des estimations aux fins de l'inventaire peuvent être améliorées en utilisant les méthodes les plus rigoureuses (niveau le plus élevé). Toutefois, étant donné les limites concrètes, il est impossible de définir de façon détaillée toutes les catégories d'émissions. Il est donc utile de déterminer et d'établir la priorité des catégories clés pour faire le meilleur usage possible des ressources disponibles.

Dans ce contexte, une *catégorie clé* (ou principale) est une catégorie prioritaire du système d'inventaire national, parce que les estimations des émissions de cette catégorie ont des répercussions importantes sur l'inventaire total des émissions de GES directs d'un pays en ce qui concerne le niveau absolu des émissions (évaluation du niveau), la tendance des émissions entre l'année de référence et l'année courante (évaluation de la tendance), ou les deux. Dans la mesure du possible, les émissions des catégories clés devraient être estimées à l'aide de méthodes plus raffinées propres au pays et être soumises à une assurance de la qualité (AQ) et à un contrôle de la qualité (CQ) accrus.

Pour l'inventaire des GES de 1990–2017, les évaluations du niveau et des tendances des catégories clés ont été effectuées selon l'approche recommandée par le GIEC, qui se trouve dans le volume 1, à la section 4.3.1 des Lignes directrices 2006 du GIEC. Les catégories d'émissions et d'absorptions utilisées pour leur évaluation suivent généralement celles du CUPR et du CUPR ATCATF, même si dans certains cas

les données ont été regroupées et sont propres à l'inventaire canadien.

Les catégories contribuant le plus à la tendance nationale (excluant le secteur ATCATF) sont les suivantes :

- Combustion de carburant—Transport routier;
- Combustion de sources fixes—Industries énergétiques;
- Combustion de sources fixes—Industrie manufacturière et construction;
- Combustion de carburant—Autres transports (hors route);
- Procédés industriels et utilisations des produits (PIUP)—Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant la couche d'ozone.

Les catégories qui ont la plus forte incidence sur la tendance (en incluant le secteur ATCATF) sont :

- Combustion de carburant—Transport routier;
- Combustion de sources fixes—Industries énergétiques;
- ATCATF—Terres forestières et terres forestières dont la vocation n'a pas changé;
- Combustion de sources fixes—Industrie manufacturière et construction;
- ATCATF—Produits ligneux récoltés.

Plus de détails sur les catégories clés sont disponibles à l'annexe 1.

1.7. Degré d'incertitude de l'inventaire

Même si les inventaires nationaux de GES doivent être précis, exhaustifs, comparables, transparents et cohérents, les estimations seront toujours entachées d'incertitudes⁹. Ces incertitudes peuvent résulter des paramètres d'entrée ou être inhérentes aux modèles d'estimation. Quantifier et réduire l'incertitude peut exiger de procéder à l'examen approfondi des modèles d'estimation, d'améliorer les régimes des données sur les activités et d'évaluer les coefficients

d'émission et autres paramètres de modèles. Dans quelques cas, l'incertitude peut être réduite par un exercice de validation réalisé au moyen d'un ensemble de données indépendantes, par exemple les émissions totales déclarées par chacune des installations dans un secteur donné de l'industrie. Les lignes directrices du GIEC précisent que l'objectif principal des informations quantitatives sur l'incertitude est de participer à l'établissement de l'ordre des priorités afin d'améliorer les inventaires futurs et d'orienter les décisions sur les méthodes à utiliser. En général, le degré d'incertitude qui se rattache aux tendances et aux totaux nationaux est nettement inférieur à celui qui se rattache aux gaz et aux secteurs individuels.

L'annexe 2 présente une évaluation du degré d'incertitude des émissions canadiennes de GES. Bien que des méthodes plus complexes (approche 2) soient appliquées dans certains cas pour obtenir des estimations du degré d'incertitude par secteur ou par catégorie, dans le cas de l'ensemble de l'inventaire, ces degrés d'incertitude ont été combinés à la méthode simple (approche 1) de propagation des erreurs à l'aide du tableau 3.3 des Lignes directrices 2006 du GIEC. Des analyses distinctes ont été réalisées pour l'ensemble de l'inventaire, avec ou sans l'ATCATF. Pour obtenir plus de détails sur l'incertitude propre à des secteurs particuliers, veuillez consulter les sections sur l'incertitude aux chapitres 3 à 7.

Selon la méthode de propagation d'erreur, le degré d'incertitude pour l'inventaire national, excluant l'ATCATF, est de $\pm 2\%$. Le secteur de l'énergie présentait le plus faible degré d'incertitude, soit $\pm 2\%$, tandis que le secteur des déchets présentait le degré d'incertitude le plus élevé, $\pm 45\%$. Le secteur des procédés industriels et utilisation des produits et le secteur de l'agriculture présentaient des degrés d'incertitude de ± 9 et $\pm 17\%$, respectivement.

Les cinq catégories de source d'émissions contribuant le plus au degré d'incertitude à l'échelle nationale sont les suivantes quand l'ATCATF n'est pas inclus :

- Agriculture—Agriculture – Émissions directes de N_2O dues aux sols gérés;
- Déchets—Évacuation des déchets solides – site d'enfouissement qui ne soit pas aménagé – sites d'enfouissement de déchets ligneux, CH_4 ;
- Agriculture—Gestion des fumiers, CH_4 ;

⁹ Incertitude : Absence de connaissance de la valeur vraie d'une variable qui peut être décrite comme une fonction de densité de probabilité caractérisant la plage et la vraisemblance des valeurs possibles (GIEC, 2006).

- Déchets—Évacuation des déchets solides – Sites gérés d'évacuation des déchets, CH₄; et
- PIUP—Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone, HFC.

Quand les émissions et les absorptions de l'ATCATF sont incluses, l'incertitude dans le total national s'élève à 9 %.

L'incertitude des tendances, excluant l'ATCATF, a été mesurée à 1 %. Par conséquent, l'augmentation totale des émissions de 114 Mt (+19 %) depuis 1990 est susceptible à 95 % d'être comprise entre 18 % et 20 %. L'incertitude des tendances, incluant l'ATCATF, a été mesurée à 9 %.

1.8. Évaluation de l'exhaustivité

L'inventaire national de GES sert à évaluer en détail les émissions et absorptions anthropiques de gaz à effet de serre (GES) au Canada. De façon globale, il s'agit d'un inventaire exhaustif des sept GES qui doivent être déclarés aux termes de la CCNUCC. Toutefois, les émissions de certaines catégories n'ont pas été estimées ou ont été incluses avec d'autres catégories en raison des facteurs suivants :

1. ces catégories n'existent pas au Canada;
2. les données ne sont pas disponibles au niveau de la catégorie;
3. il existe des problèmes de méthodologie propres aux circonstances nationales;
4. les estimations des émissions sont considérées comme négligeables¹⁰.

Dans le cadre du plan d'amélioration du RIN, un travail constant est fait pour identifier des sources de données ou des méthodologies nouvelles ou améliorées afin de fournir des estimations pour les catégories qui ne sont pas estimées (« non estimées »). D'autres précisions sur l'exhaustivité de l'inventaire se trouvent à l'annexe 5 puis également, dans les chapitres traitant de chaque secteur (chapitres 3 à 7).

¹⁰ Une émission ne devrait être considérée comme négligeable que si le taux probable des émissions est inférieur à 0,05 % des émissions totales de GES à l'échelle nationale et que si elle ne dépasse pas 500 kt d'éq. CO₂. Le taux global national total des émissions estimées pour tous les gaz et catégories considéré comme négligeable doit demeurer inférieur à 0,1 % des émissions totales de GES à l'échelle nationale (CCNUCC, 2014)

CHAPITRE 2

TENDANCES DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

2.1. Sommaire des tendances des émissions	29
2.2. Tendances des émissions par gaz	32
2.3. Tendances des émissions par catégorie du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)	33
2.4. Émissions par secteur économique canadien	59

2.1. Sommaire des tendances des émissions

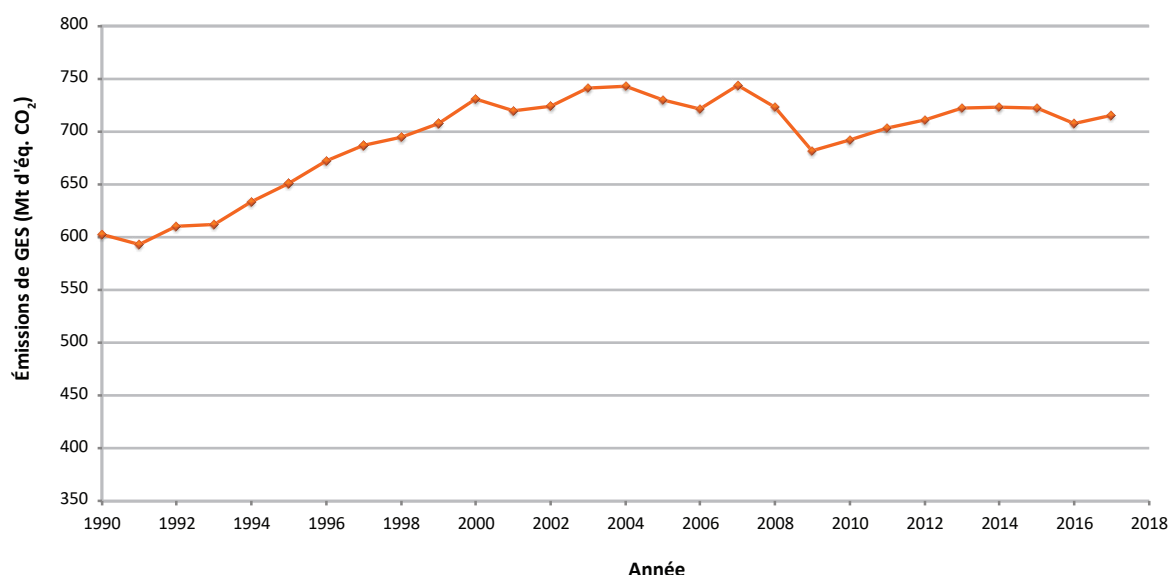
En 2017, les émissions canadiennes de gaz à effet de serre (GES) ont été de 716 mégatonnes d'équivalent en dioxyde de carbone (Mt d'éq. CO₂)¹, une réduction nette de 15 Mt (2,0 %) par rapport aux émissions de 2005 (Figure 2-1)². À partir de 1990, les émissions annuelles ont augmenté de façon constante pendant 10 ans, ont fluctué entre les années 2000 et 2008, ont diminué en 2009, et ont augmenté graduellement après.

1 À moins d'avis contraire, toutes les estimations d'émissions exprimées en Mt représentent des émissions de GES en Mt d'éq. CO₂.

2 Les données qui figurent dans l'ensemble du rapport ont été arrondies. Toutefois, tous les calculs (y compris les pourcentages) reposent sur les données non arrondies.

Les augmentations des émissions observées depuis 2009 peuvent être attribuées à l'extraction de pétrole et de gaz (34 Mt), au nombre de camions légers à essence (8 Mt) et de véhicules lourds à moteur diesel en circulation (7 Mt), à la consommation d'halocarbures, d'hexafluorure de soufre (SF₆) et de trifluorure d'azote (NF₃) (6 Mt), ainsi qu'à l'application d'engrais azotés inorganiques (4 Mt). Pendant la même période, les émissions provenant de la production d'électricité ont connu une baisse de 21 Mt, ce qui a partiellement contrebalancé la croissance des émissions. Plus de détails sur ces facteurs et sur les autres principaux moteurs de ces tendances se trouvent à la section 2.3.

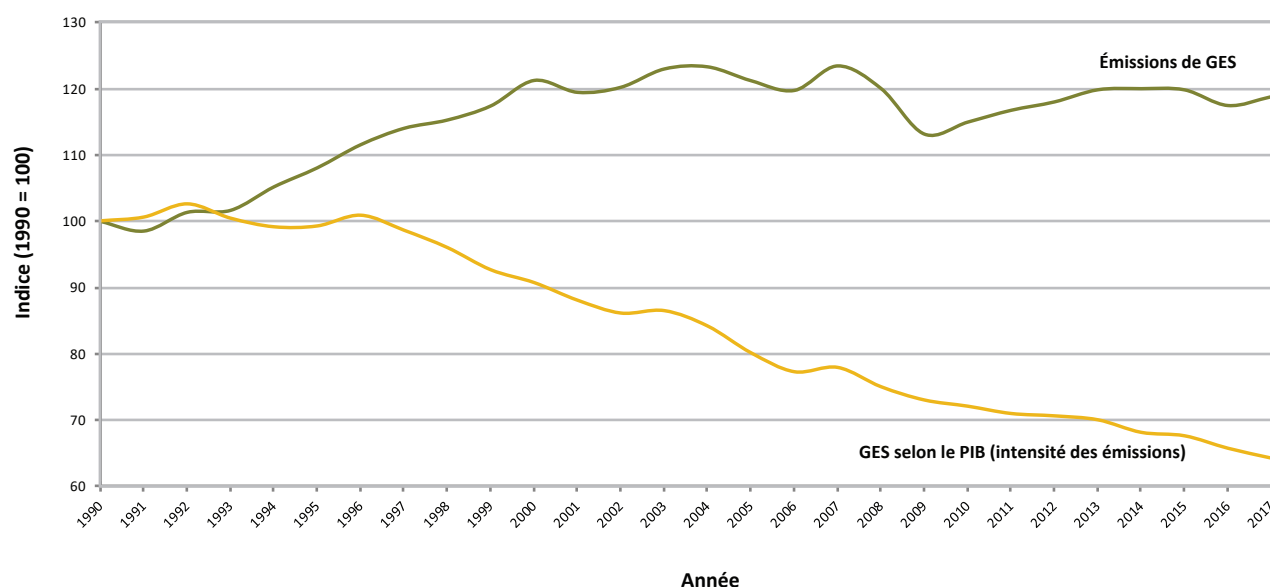
Figure 2-1 Tendances des émissions de GES du Canada (à l'exclusion du secteur Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie)



Depuis de nombreuses années, l'économie canadienne connaît une croissance plus rapide que ses émissions de GES. Cela veut dire que l'intensité des émissions pour toute l'économie (rapport entre les GES et le produit intérieur brut [PIB]) a diminué de 36 % depuis 1990, et de 20 %, depuis 2005 (Tableau 2-1). Le déclin de l'intensité des émissions depuis 1995 (Figure 2-2) peut être attribuable au remplacement de combustible, à des améliorations de l'efficacité, à la modernisation des procédés industriels et aux changements structurels de l'économie.

Même si le Canada n'a contribué qu'à environ 1,6 % des émissions mondiales de GES en 2014 (CAIT, 2017), il est l'un des plus grands émetteurs par habitant. Les émissions par habitant du Canada ont beaucoup diminué depuis 2005, alors que cet indicateur était à 22,7 t d'éq. CO₂/habitant, ayant atteint leur niveau le plus bas au cours des dernières années, avec 19,5 t d'éq. CO₂/habitant (Figure 2-3).

Figure 2-2 **Tendance indexée des émissions de GES et de l'intensité des émissions de GES (1990-2017)**



Source de données sur le PIB : StatCan a

Tableau 2-1 **Tendances des émissions et des indicateurs économiques, certaines années**

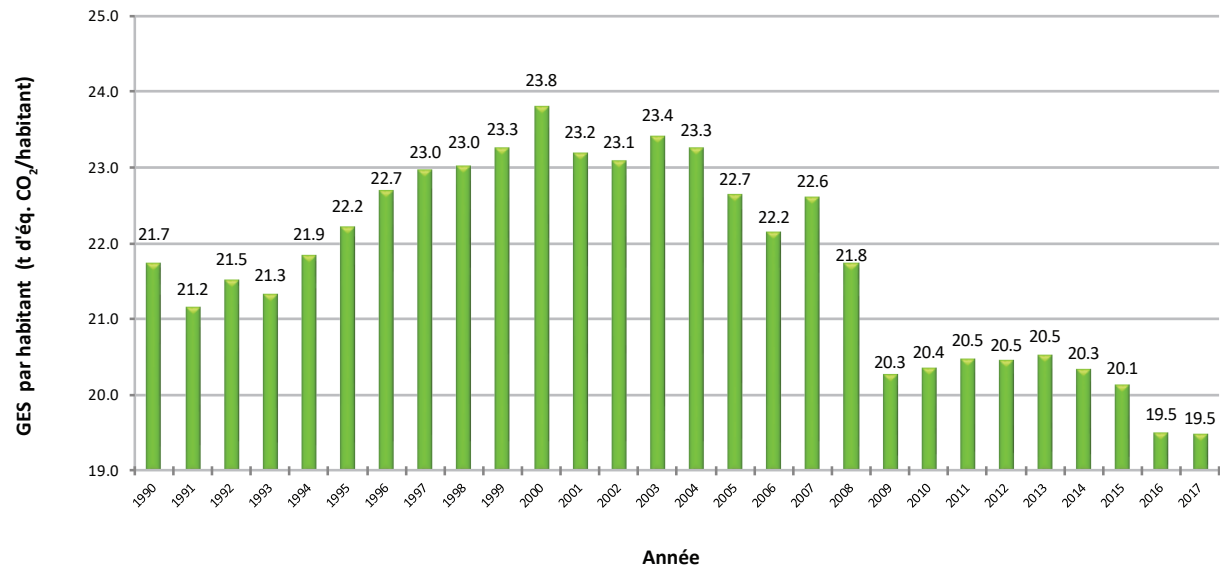
Année	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total des GES (Mt)	602	730	711	722	723	722	708	716
Variation depuis 2005 (%)	S.O.	S.O.	-2,6 %	-1,1 %	-1,0 %	-1,1 %	-3,1 %	-2,0 %
Variation depuis 1990 (%)	S.O.	21 %	18 %	20 %	20 %	20 %	18 %	19 %
PIB (milliards de \$ de 2007)	1 091	1 651	1 823	1 867	1 921	1 933	1 949	2 016
Variation depuis 2005 (%)	S.O.	S.O.	10 %	13 %	16 %	17 %	18 %	22 %
Variation depuis 1990 (%)	S.O.	51 %	67 %	71 %	76 %	77 %	79 %	85 %
Intensité des GES (Mt/milliard de \$ de PIB)	0,55	0,44	0,39	0,39	0,38	0,37	0,36	0,36
Variation depuis 2005 (%)	S.O.	S.O.	-12 %	-13 %	-15 %	-16 %	-18 %	-20 %
Variation depuis 1990 (%)	S.O.	-20 %	-29 %	-30 %	-32 %	-32 %	-34 %	-36 %

Notes :

Source des données sur le PIB : StatCan a

S.O. Sans objet.

Figure 2-3 Émissions de GES par habitant au Canada (1990–2017)



Source de données sur la population StatCan b

2.1.1. Tendances des émissions par province/territoire

Les émissions varient grandement d'une province à l'autre en raison de la démographie, des sources d'énergie et de 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 provinces dépendant des combustibles fossiles pour produire leur électricité émettent plus de GES que celles qui font davantage appel à des sources d'énergie à faible émission comme l'énergie nucléaire, l'hydroélectricité, les éoliennes, les cellules solaires photovoltaïques et l'énergie marémotrice (Figure 2-4).

Figure 2-4 Émissions par province en 2005, en 2010 et en 2017

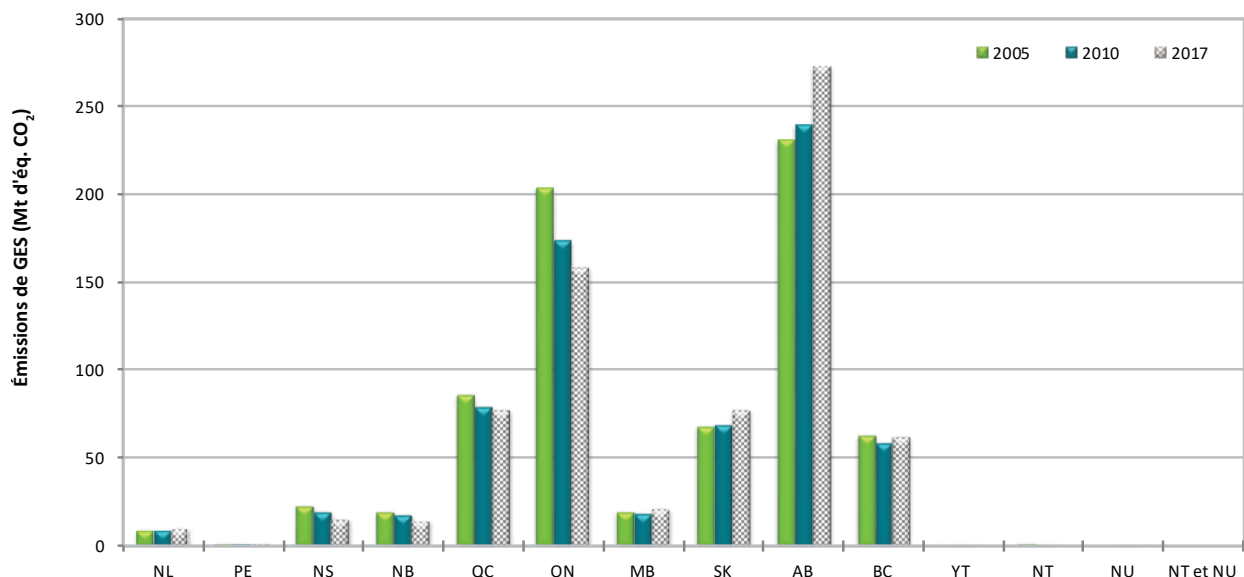


Tableau 2-2 Émissions de GES par province et territoire, certaines années

Année	Émissions annuelles (Mt d'équivalent CO ₂)								Variation (%)
	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2005-2017
Total des GES (Canada)	602	730	711	722	723	722	708	716	-2,0 %
NL	9,4	9,9	9,4	9,4	10	11	11	11	6,9 %
PE	1,9	2,0	2,1	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	-10 %
NS	20	23	19	18	16	17	16	16	-33 %
NB	16	20	17	15	14	14	15	14	-28 %
QC	86	86	80	80	78	78	78	78	-9,8 %
ON	180	204	169	168	166	165	162	159	-22 %
MB	18	20	20	21	21	21	21	22	7,7 %
SK	44	68	71	73	76	79	76	78	14 %
AB	173	231	261	271	276	275	264	273	18 %
BC	52	63	60	61	60	59	61	62	-1,5 %
YT	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	-1,3 %
NT	S.O.	1,6	1,5	1,3	1,5	1,7	1,6	1,3	-19 %
NU	S.O.	0,4	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	33 %

Notes :

Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

S.O. Sans objet.

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 231 Mt en 2005 à 273 Mt en 2017 (18 %), en raison surtout de l'accroissement des activités pétrolières et gazières (ci-dessous). En revanche, les émissions ont diminué de façon constante en Ontario depuis 2005 (de 45 Mt [ou 22 %]), principalement grâce à la fermeture de centrales électriques alimentées au charbon.

Depuis 2005, le Québec a connu une baisse de ses émissions de 8,4 Mt (9,8 %) et la Colombie-Britannique, de 1,0 Mt (1,5 %). Les émissions de la Saskatchewan ont augmenté de 9,8 Mt (14 %) de 2005 à 2017, en raison de l'expansion des activités de l'industrie pétrolière et gazière, de l'extraction d'uranium et des transports. Les émissions ont aussi augmenté au Manitoba et à Terre-Neuve-et-Labrador depuis 2005, mais dans une moindre mesure (1,5 Mt ou 7,7 % et 0,7 Mt ou 6,9 %, respectivement). Les provinces qui ont connu des baisses importantes de leurs émissions sont la Nouvelle-Écosse (une réduction de 7,6 Mt ou 33 %), le Nouveau-Brunswick (une réduction de 5,7 Mt ou 28 %), et l'Île-du-Prince-Édouard (une réduction de 0,2 Mt ou 10 %).

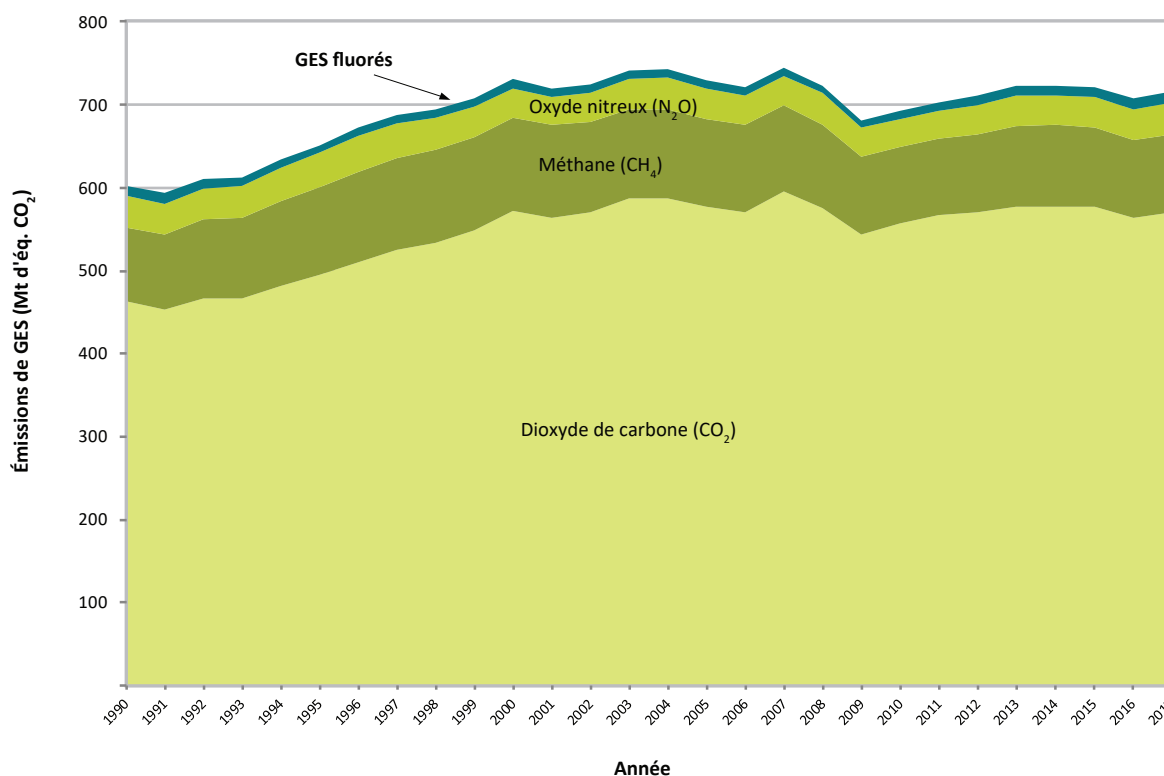
2.2. Tendances des émissions par gaz

Le profil des émissions du Canada est semblable à celui de la majorité des pays industrialisés, le dioxyde de carbone (CO₂) étant le gaz qui contribue le plus aux émissions de GES du pays, avec 571 Mt (80 % des émissions totales) en 2017. Par conséquent, les tendances des émissions de CO₂ suivent la même courbe que les émissions totales. La majeure partie des émissions canadiennes de CO₂ proviennent de la combustion de combustibles fossiles (Figure 2-5).

Les émissions de méthane (CH₄) en 2017 totalisaient 93 Mt, soit 13 % des émissions totales du Canada. Ces émissions étaient principalement constituées d'émissions fugitives des systèmes de traitement du pétrole et du gaz naturel (43 % des émissions totales de CH₄), de l'agriculture (30 % des émissions totales de CH₄) et des sites d'enfouissement (18 % des émissions totales de CH₄). À l'échelle nationale, les émissions de CH₄ ont crû de 3,8 Mt (4 %) depuis 1990, en bonne partie à cause de la mise en valeur des ressources pétrolières.

Les émissions d'oxyde nitreux (N₂O) ont été responsables de 38 Mt (5 %) des émissions du Canada en 2017, en baisse de 0,9 Mt (2,2 %) par rapport à 1990. Ces émissions proviennent principalement

Figure 2-5 Tendances des émissions de GES au Canada, par gaz (1990-2017)



Note : Les GES fluorés comprennent les HFC, les PFC, le SF₆ et le NF₃.

de l'épandage d'engrais azotés et des transports. En 2017, les émissions du secteur de l'agriculture représentaient 77 % des émissions nationales de N₂O, contre 41 % en 1990. De plus, depuis 1990, l'arrêt de la production d'acide adipique au Canada a fait chuter de 10 Mt les émissions de N₂O.

Ensemble, les perfluorocarbures (PFC), le SF₆, les hydrofluorocarbures (HFC) et le NF₃ représentaient 14 Mt, ou 2 % des émissions canadiennes en 2017. Entre 1990 et 2017, les émissions de HFC ont augmenté de 12 Mt (1195 %), tandis que les émissions de PFC et de SF₆ ont diminué de 6,8 Mt (90 %) et de 2,8 Mt (87 %), respectivement. Le remplacement par les HFC des substances appauvrissant l'ozone (SACO), pour la réfrigération et le conditionnement d'air, peut expliquer l'augmentation des émissions de HFC.

2.3. Tendances des émissions par catégorie du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)

En 2017, le secteur de l'énergie a produit 583 Mt (82 %) des émissions totales de GES du Canada (Figure 2-6). Le reste des émissions provenaient principalement du secteur de l'agriculture (8 %) et du secteur des procédés industriels et de l'utilisation de produits (PIUP) (8 %), avec une contribution mineure du secteur des déchets (3 %).

Pour la période 1990-2017, le secteur de l'énergie dominait la tendance à long terme avec des hausses de 55 Mt (38 %) pour les transports, de 42 Mt (15 %) pour les sources de combustion fixes et de 6,7 Mt (14 %) pour les sources fugitives. Pendant la même période, le secteur de l'agriculture a vu ses émissions croître de 13 Mt (28 %), tandis que le secteur PIUP a connu une baisse de 2,8 Mt (5,0 %). En 2017,

Tableau 2-3 Émissions de GES au Canada par secteur du GIEC (1990-2017)

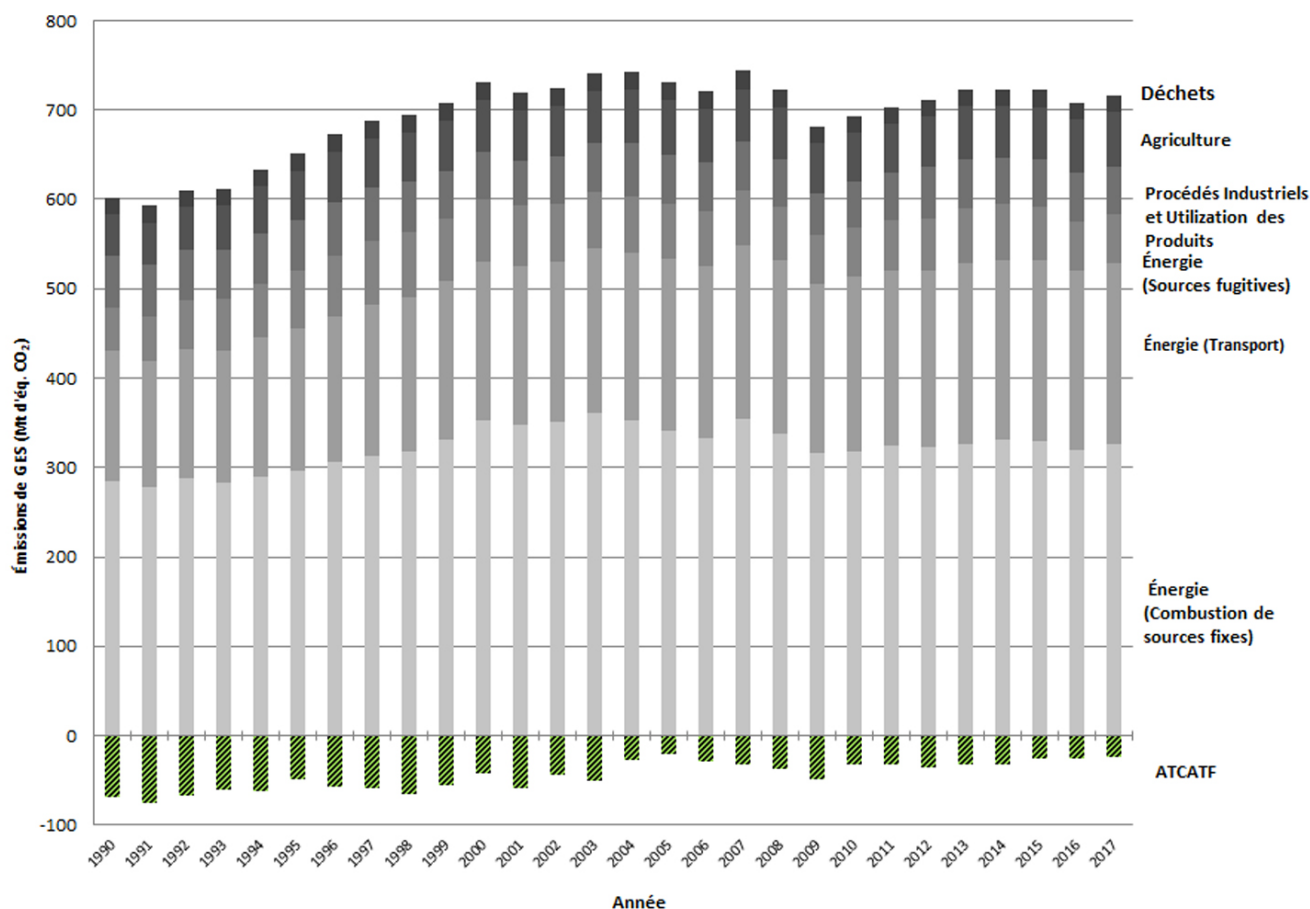
Catégories de gaz à effet de serre		1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mt d'équivalent CO ₂									
TOTAL^{1,2}		602	730	711	722	723	722	708	716
ÉNERGIE		479	595	578	589	594	592	575	583
a.	Sources de combustion fixes	284	342	323	327	331	330	320	327
	Production de chaleur et d'électricité du secteur public	94	125	91	87	84	87	81	79
	Industries de raffinage du pétrole	17	20	19	18	18	18	18	18
	Extraction de pétrole et de gaz	35	63	86	92	97	99	100	106
	Exploitation minière	4,6	4,3	6,0	5,4	5,0	4,6	4,3	3,9
	Industries manufacturières	56	48	44	45	45	44	42	43
	Construction	1,9	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	Commercial et institutionnel	26	33	29	30	31	30	30	31
	Résidentiel	47	46	42	44	46	43	39	41
	Agriculture et foresterie	2,4	2,2	3,8	3,8	3,8	3,6	3,8	3,7
b.	Transports²	146	192	197	202	200	202	201	201
	Transport aérien intérieur	7,2	7,6	7,3	7,6	7,2	7,1	7,1	7,1
	Transport routier	84	130	140	144	141	143	145	144
	Véhicules légers à essence	42	41	35	36	34	34	35	33
	Camions légers à essence	20	38	42	43	43	45	48	48
	Véhicules lourds à essence	6,3	12	13	13	12	12	13	13
	Motocyclettes	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Véhicules légers à moteur diesel	0,5	0,6	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
	Camions légers à moteur diesel	0,2	0,3	0,5	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0
	Véhicules lourds à moteur diesel	14	37	49	50	50	49	47	47
	Véhicules au propane ou au gaz naturel	1,2	0,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Transport ferroviaire	6,9	6,6	7,6	7,3	7,5	7,1	6,5	6,6
	Transport maritime intérieur	4,8	6,4	5,6	5,2	4,8	4,7	3,6	4,4
	Autres moyens de transport	44	42	36	38	39	40	39	40
	Véhicules hors route : Agriculture et foresterie	9,0	11	10	10	10	10	10	10
	Véhicules hors route : Commercial et institutionnel	1,5	2,4	2,5	2,7	2,8	2,7	2,6	2,7
	Véhicules hors route : Fabrication, mines et construction	9,2	10	12	12	12	13	12	13
	Véhicules hors route : Résidentiel	0,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	Véhicules hors route : Autres	17	6,4	4,3	4,3	4,5	4,8	4,9	5,0
	Transport par pipeline	6,9	10	5,7	6,7	7,9	8,2	8,4	7,8
c.	Sources fugitives	49	61	59	61	63	60	55	56
	Exploitation de la houille	2,8	1,4	1,4	1,5	1,3	1,1	1,3	1,1
	Pétrole et gaz naturel	46	60	57	59	61	59	54	54
d.	Transport et stockage du CO₂	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DES PRODUITS		57	56	58	55	53	53	55	54
a.	Produits minéraux	8,4	10	8,5	7,8	7,8	8,1	7,9	8,5
	Production de ciment	5,8	7,6	6,6	6,0	5,9	6,3	6,2	6,8
	Production de chaux	1,8	1,7	1,5	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4
	Utilisation de produits minéraux	0,9	0,9	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
b.	Industries chimiques	17	9,5	6,4	6,4	6,0	6,5	6,6	5,8
c.	Production de métaux	24	20	17	15	15	14	16	16
d.	Production et consommation d'halocarbures, de SF₆ et de NF₃	1,0	5,1	9,1	9,4	10	11	12	13
e.	Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant	5,8	10	17	16	13	12	12	10
f.	Fabrication et utilisation d'autres produits	0,37	0,53	0,53	0,56	0,49	0,58	0,66	0,71
AGRICULTURE		47	60	57	59	58	58	59	60
a.	Fermentation entérique	22	31	25	25	24	24	24	24
b.	Gestion des fumiers	6,1	8,8	7,7	7,8	7,7	7,8	7,9	8,0
c.	Sols agricoles	17	19	22	24	23	24	24	25
d.	Incinération des résidus agricoles dans les champs	0,2	<0,05	<0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05
e.	Chaulage, application d'urée et autres engrais carbonés	1,2	1,4	2,3	2,7	2,5	2,6	2,5	2,5
DÉCHETS		19	20	18	18	19	19	19	19
a.	Évacuation des déchets solides	18	18	16	16	17	17	17	17
b.	Traitement biologique des déchets solides	0,1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4
c.	Traitement et rejet des eaux usées	0,85	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
d.	Incinération et combustion à l'air libre de déchets	0,5	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
AFFECTATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE		-68	-21	-36	-33	-32	-25	-25	-24
a.	Terres forestières	-210	-160	-160	-160	-160	-150	-150	-150
b.	Terres cultivées	8,3	-11	-11	-10	-9,5	-8,6	-7,8	-6,8
c.	Prairies	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
d.	Terres humides	5,3	3,1	3,0	3,0	3,1	2,9	2,9	3,2
e.	Zones de peuplement	3,8	3,8	3,7	3,8	3,9	3,9	3,8	3,5
f.	Produits ligneux récoltés	130	140	130	130	130	130	130	130

Notes :

1. Les totaux nationaux excluent tous les GES du secteur de l'affectation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie.

2. Ces données sommaires sont présentées plus en détail à l'annexe 9.

Figure 2-6 Tendances des émissions de GES au Canada, par secteur du GLEC (1990–2017)

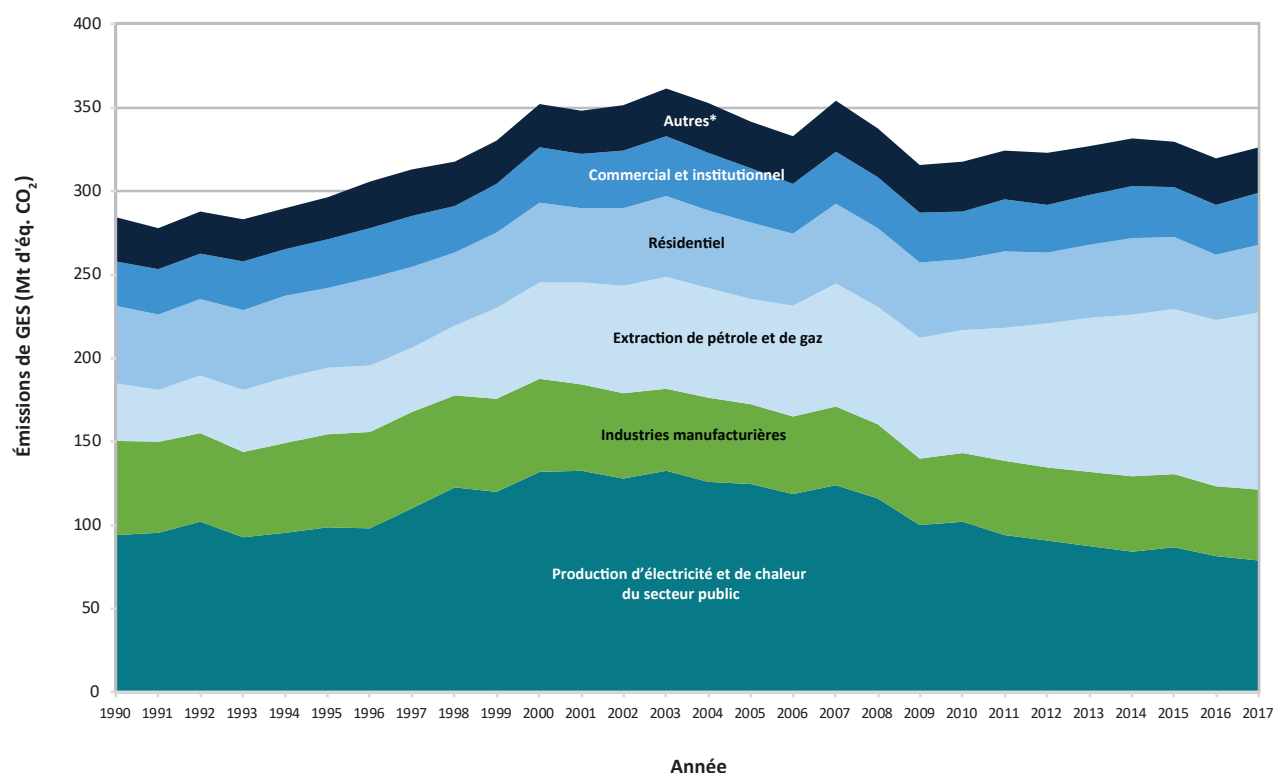


le secteur Affectation des terres, changements d'ATCATF a été un puits de 24 Mt; les absorptions nettes de CO₂ de l'atmosphère par le secteur des terres ont diminué de 45 Mt, par rapport à 68 Mt en 1990. Dans le secteur des déchets, les émissions sont demeurées relativement constantes (Figure 2-6 et Tableau 2-3).

Depuis 2005, les émissions découlant des sources de combustion fixes, des sources fugitives, du secteur PIUP et des déchets ont toutes diminué (de 15 Mt, de 5,4 Mt, de 1,8 Mt et de 1,4 Mt, respectivement), tandis que les émissions découlant de l'agriculture sont demeurées constantes. Les émissions attribuables aux transports ont augmenté de 9,0 Mt depuis 2005, et les absorptions du secteur ATCATF ont augmenté de 2,5 Mt.

Plusieurs sources d'émissions, sans contribuer pour beaucoup aux émissions globales du Canada, ont connu des changements marqués depuis 1990. Citons notamment une hausse des émissions de 12 Mt (1190 %) découlant de la consommation d'halocarbures, de 4,7 Mt (81 %) de l'utilisation de combustibles à des fins non énergétiques et de solvants, une augmentation des émissions de CO₂ de 1,3 Mt (111 %) découlant de l'utilisation d'engrais d'urée et de chaux, et une diminution de 0,2 Mt (77 %) des émissions issues de l'incinération des résidus agricoles dans les champs.

Figure 2-7 Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources de combustion fixes (1990-2017)



* La catégorie Autres comprend le raffinage du pétrole, l'exploitation minière et les sous-catégories de la construction, de l'agriculture et de la foresterie.

2.3.1. Secteur de l'énergie (émissions de GES en 2017 : 583 Mt)

Conformément aux *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre* (GIEC, 2006), les sources du secteur de l'énergie sont regroupées dans les catégories suivantes : sources de combustion fixes, transports, sources fugitives, transport et stockage de CO₂. Une description détaillée de chaque catégorie est fournie au chapitre 3.

2.3.1.1. Sources de combustion fixes (émissions de GES en 2017 : 325 Mt)

Les sources de combustion fixes produisent 56 % des émissions du secteur de l'énergie. En 2017, les émissions totales se sont élevées à 327 Mt, une augmentation de 15 % par rapport au niveau d'émissions de 1990 (284 Mt) et une diminution de 4 % par rapport aux niveaux d'émissions de 2005

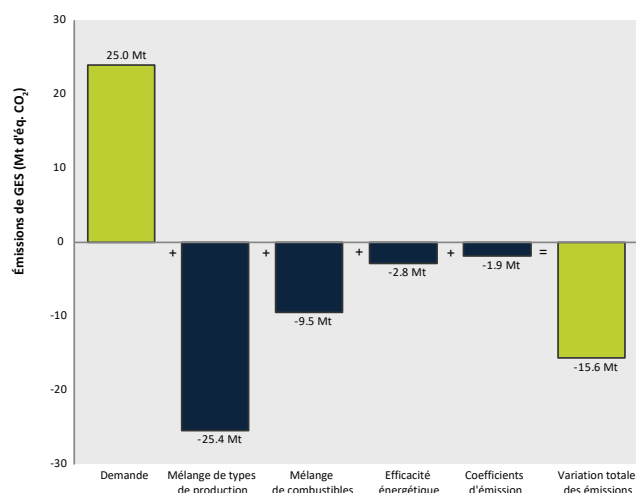
(342 Mt) (Figure 2-7). En ce qui a trait aux sources de combustion fixes, les catégories dominantes en 2017 sont l'Extraction de pétrole et de gaz (32 % du total de la catégorie) et la Production d'électricité et de chaleur du secteur public (24 %). Le secteur des industries manufacturières, le secteur résidentiel et le secteur commercial et institutionnel contribuent à 13 %, 13 % et 11 %, respectivement, des émissions totales attribuables aux sources de combustion fixes en 2017.

Production d'électricité et de chaleur du secteur public (émissions de GES en 2017 : 79 Mt)

Les émissions de la catégorie Production d'électricité et de chaleur du secteur public ont diminué de 17 % entre 1990 et 2017.

Les émissions de cette catégorie varient en fonction des caractéristiques de la demande instantanée et des fluctuations entre les sources d'approvisionnement émettant peu de GES et celles

Figure 2-8 Incidence des facteurs contribuant à la variation des émissions de GES de la catégorie Production d'électricité et de chaleur du secteur public, 1990–2017 (Mt d'éq. CO₂)



Remarques

Demande—La demande renvoie au niveau d'activité de production d'électricité dans le secteur des services publics et comprend la production à partir de sources de combustion et d'autres sources.

Mélange de types de production—Le mélange de types de production désigne à la fois les sources de combustion et les sources autres que les sources de combustion utilisées pour répondre à la demande.

Mélange de combustibles (production d'électricité par combustion)—Le mélange de combustibles désigne la part relative de chaque combustible utilisé pour produire de l'électricité.

Efficacité énergétique—L'efficacité énergétique concerne l'efficacité de l'équipement utilisé dans la production d'électricité par combustion.

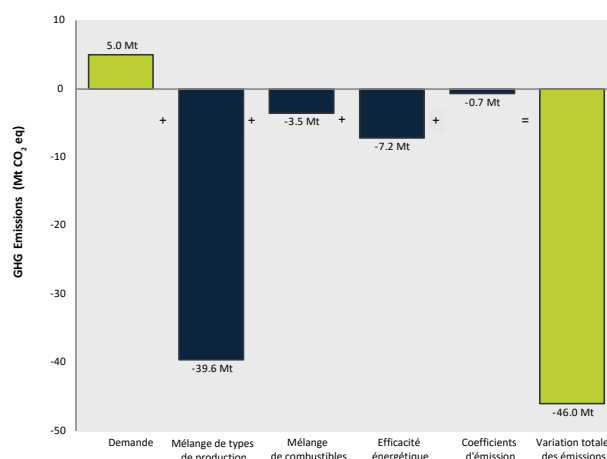
Coefficients d'émissions—Le coefficient d'émissions représente les variations des sources de combustibles et de la teneur en énergie dérivée de combustibles observées au fil du temps.

émettant un niveau élevé de GES. De 1990 à 2017, les émissions découlant de la production d'électricité (stimulée par la demande) ont augmenté de 34 % (Statistique Canada, 1991–2018), passant de 482 TWh³ à 648 TWh. Malgré l'intensification de la demande pendant cette période, les émissions de GES ont chuté de 15,6 Mt entre 1990 et 2017. De la même façon, la production d'électricité a augmenté de 5 % entre 2005 et 2017, tandis que les émissions correspondantes ont diminué de 37 % (46,0 Mt). Au cours de ces deux périodes, l'utilisation d'un mélange de types de production à intensité de GES (Figure 2-8) beaucoup moins élevée a été la principale cause de la diminution des émissions.

Des sources à faible émission autres que la combustion (énergie nucléaire, hydroélectricité, éoliennes, cellules solaires photovoltaïques et énergie marémotrice) représentaient 88 % de la hausse de production enregistrée entre 1990 et 2017, et contribuaient à 83 % de la production totale

3 1 TWh équivaut à 1 milliard de kWh, soit la quantité d'électricité consommée par environ 90 000 ménages au Canada en approximativement une année.

Figure 2-9 Incidence des facteurs contribuant à la variation des émissions de GES de la catégorie Production d'électricité et de chaleur du secteur public, 2005–2017 (Mt d'éq. CO₂)



d'électricité au Canada en 2017. La production d'hydroélectricité comptabilisait à elle seule 62 % de cette production, suivie de l'énergie nucléaire à 16 % et des sources d'énergies renouvelables autres que l'hydroélectricité à 5 %. Les réductions d'émissions observées depuis 1990 (25 Mt) et 2005 (40 Mt) sont principalement imputables à la place accrue qu'occupent les sources autres que la combustion dans le mélange de types de production en 2017 (Figure 2-9).

De plus, les combustibles utilisés dans les mélanges de combustibles servant à produire de l'électricité par combustion sont passés de façon constante à des combustibles d'une moindre intensité de GES. Entre 2005 et 2017, la quantité d'électricité produite par les centrales alimentées au gaz naturel a augmenté de 18 % (5 TWh), et la quantité produite à partir de charbon et de produits pétroliers raffinés a baissé d'environ 40 % (38 TWh) et de 70 % (7,6 TWh), respectivement. La combustion de gaz naturel génère environ la moitié moins de carbone que la combustion de charbon et environ 25 % moins

Tableau 2-4 Émissions de GES des sources de combustion fixes, certaines années

Catégories de sources de GES	Émissions de GES (Mt d'éq. CO ₂)								Variation (%)	
	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1990-2017	2005-2017
Sources de combustion fixes	284	342	323	327	331	330	320	327	15 %	-4 %
Production d'électricité et de chaleur du secteur public	94	125	91	87	84	87	81	79	-17 %	-37 %
Raffinage du pétrole	17	20	19	18	18	18	18	18	5 %	-10 %
Extraction de pétrole et de gaz	35	63	86	92	97	99	100	106	205 %	69 %
Exploitation minière	4,6	4,3	6,0	5,4	5,0	4,6	4,3	3,9	-14 %	-8 %
Industries manufacturières	56	48	44	45	45	44	42	43	-24 %	-11 %
Sidérurgie	4,9	5,6	5,5	5,6	6,0	5,7	5,6	5,9	19 %	6 %
Métaux non ferreux	3,3	3,7	3,0	3,1	2,9	3,1	3,2	3,4	4 %	-6 %
Industrie chimique	8,3	8,3	11	12	12	12	11	10	21 %	20 %
Pâtes et papiers	15	8,7	6,0	6,3	6,2	6,1	6,0	6,2	-57 %	-29 %
Ciment	4,0	5,4	4,0	3,9	4,0	3,9	3,8	4,1	3 %	-25 %
Autres industries manufacturières	21	16	14	14	14	13	13	13	-39 %	-21 %
Construction	1,9	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	-30 %	-10 %
Commercial et institutionnel	26	33	29	30	31	30	30	31	19 %	-4 %
Résidentiel	47	46	42	44	46	43	39	41	-12 %	-10 %
Agriculture et foresterie	2,4	2,2	3,8	3,8	3,8	3,6	3,8	3,7	52 %	68 %

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

de carbone que celle de la plupart des produits pétroliers raffinés. L'impact global du remplacement du charbon et des produits pétroliers raffinés par le gaz naturel a été une baisse d'environ 10 Mt entre 1990 et 2017 et d'environ 3,5 Mt entre 2005 et 2017 (Figure 2-9).

L'efficacité de l'équipement de combustion a également joué un rôle dans la réduction des émissions de GES. Les améliorations en matière d'efficacité énergétique ont entraîné une réduction d'environ 2,8 Mt d'émissions de GES entre 1990 et 2017 et de 7 Mt entre 2005 et 2017.

Extraction de pétrole et de gaz (émissions de GES en 2017 : 106 Mt)

Les émissions de combustion fixe de la catégorie Extraction de pétrole et de gaz ont augmenté de 71 Mt (205 %) entre 1990 et 2017 et de 43 Mt (69 %) entre 2005 et 2017. Cette catégorie comprend les émissions associées à la combustion de combustibles dans les industries de la production et le traitement du gaz naturel, la production de pétrole classique ainsi que l'exploitation, l'extraction et la valorisation des sables bitumineux. L'augmentation des émissions est attribuable à une hausse de 158 % de la production de bitume brut et de pétrole brut synthétique par l'industrie des sables bitumineux depuis 2005 (AER, 2018; Husky, 2018), ainsi que de

l'utilisation accrue de techniques d'extraction plus énergivores, comme le forage horizontal, la fracturation hydraulique et la récupération assistée des hydrocarbures.

Dans l'industrie des sables bitumineux, la technique du drainage par gravité à l'aide de vapeur (DGV) utilisée pour extraire le bitume brut consiste à injecter de grandes quantités de vapeur dans la formation productrice. Cette vapeur résulte généralement de la combustion de gaz naturel, ce qui fait augmenter les émissions. Depuis 2005, la consommation totale de gaz naturel dans la catégorie Extraction de pétrole et de gaz augmenté d'environ 90 % (Statistique Canada, 1991-2018), et la production par DGV a grimpé de plus de 1 200 % (AER, 2018). En général, l'augmentation des émissions provenant de l'extraction de pétrole et de gaz peut être attribuable à différentes activités, mais elle semble concorder à une augmentation de 257 % de la production de bitume non valorisé dans la région des sables bitumineux du Canada, en particulier de la production par DGV. À l'opposé, depuis 2005, la production de gaz naturel a diminué de 3 % (Statistique Canada, 1991-2018) et la production de pétrole classique, de 11 % (Statistique Canada, c, d).

Des renseignements supplémentaires sur la catégorie Extraction de pétrole et de gaz sont fournis au ci-dessous, où elles sont réparties par secteur

économique (production et traitement du gaz naturel, production de pétrole classique et sables bitumineux). La section 2.4.1 présente également une brève analyse des tendances dans l'industrie pétrolière et gazière, par secteur économique.

Industries manufacturières (émissions de GES en 2017 : 43 Mt)

Les émissions de GES imputables à la combustion dans la catégorie Industries manufacturières englobent la combustion de combustibles fossiles par les sous-catégories Sidérurgie, Métaux non ferreux, Produits chimiques, Ciment, Pâte, papier et imprimerie et Autres industries manufacturières.

En 2017, les émissions de GES des industries manufacturières s'élevaient à 43 Mt, en baisse de 24 % par rapport à 1990 et de 11 % depuis 2005.

Dans la catégorie Industries manufacturières, les sous-catégories Autres industries manufacturières et Pâte, papier et imprimerie ont connu la plus grande baisse de ses émissions. Les émissions de la sous-catégorie Autres industries manufacturières ont diminué de 8,2 Mt (39 %) de 1990 à 2017, conformément à une diminution de 15 % de la combustion de combustibles. De 1990 à 2017, les émissions de la sous-catégorie Pâte, papier et imprimerie avaient diminué de 8,4 Mt (58 %), découlant d'une réduction de 19 % de l'utilisation de combustibles. Au contraire, les émissions des combustions des industries chimiques affichaient la hausse la plus marquée dans la catégorie, soit une augmentation de 1,7 Mt (21 %), ce qui concorde généralement avec une hausse de 23 % de la croissance dans la production de produits chimiques entre 1990 et 2017 (CEEDC, 2019).

Résidentiel, commercial et institutionnel (émissions de GES en 2017 : 72 Mt)

Les émissions de GES des sous-catégories Résidentiel et Commercial et institutionnel découlent de la combustion de combustibles, comme le gaz naturel, le mazout de chauffage et les biocombustibles (autres que le CO₂ seulement), principalement pour chauffer les édifices résidentiels, commerciaux et institutionnels. En 2017, ces catégories ont généré environ 72 Mt de GES, une diminution de 0,8 % depuis 1990.

Dans l'ensemble, les émissions résidentielles ont diminué de 5,6 Mt (12 %) entre 1990 et 2017, et de 4,7 Mt (10 %) entre 2005 et 2017. Les émissions commerciales ont crû de 5,0 Mt (19 %) entre 1990 et 2017, mais ont connu une baisse de 1,3 Mt (4,1 %) entre 2005 et 2017. Les changements dans l'efficacité énergétique, les nouvelles constructions résidentielles et les augmentations de la superficie utile commerciale sont les principaux facteurs ayant influé sur l'évolution des émissions liées à l'énergie dans les sous-catégories Résidentiel et Commercial et institutionnel (Figure 2-10 et Figure 2-11).

Dans la sous-catégorie Résidentiel, les facteurs qui ont contribué le plus à la hausse des émissions ont été la démographie et la superficie utile par personne. Depuis 1990, la hausse de 33 % de la population a été responsable d'une augmentation des émissions de 12 Mt et la hausse de 28 %⁴ de la superficie utile par personne, d'une augmentation des émissions de 10,7 Mt (Figure 2-10). La somme de ces deux facteurs, c'est-à-dire 22,7 Mt, équivaut à l'effet total de la superficie utile. Ces augmentations ont été contrebalancées par des améliorations dans l'efficacité énergétique équivalant à une baisse des émissions de 23,6 Mt entre 1990 et 2017. Il est à noter que ce profil d'augmentation de la population et de la superficie utile par personne contrebalancé par des améliorations en matière d'efficacité énergétique peut également être démontré entre 2005 et 2017.

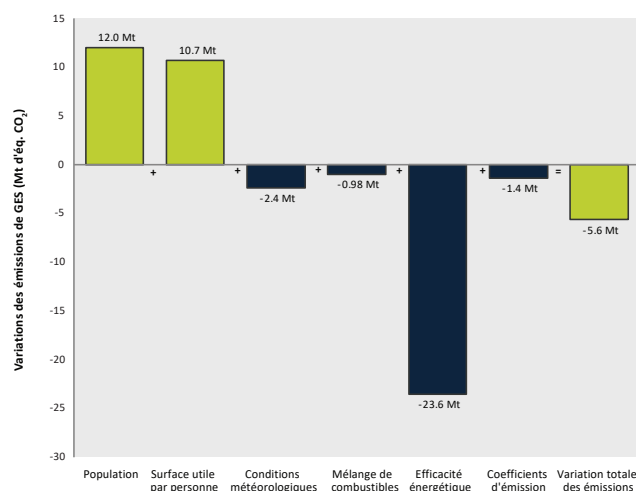
À long terme, la superficie utile a été le facteur de croissance des émissions le plus important dans la sous-catégorie Commercial et institutionnel, les émissions ayant augmenté de 52 % depuis 1990.⁵ La hausse des émissions de 11,6 Mt correspondante a été partiellement contrebalancée par des améliorations sur le plan de l'efficacité énergétique, équivalant à une baisse de 4,2 Mt des émissions de GES (Figure 2-11). Un profil compensatoire similaire s'est appliqué au cours de la dernière décennie, qui a montré une fluctuation des émissions de cette catégorie tout en demeurant autour de 30 Mt.

Le régime climatique peut avoir un effet non négligeable sur la variabilité interannuelle des émissions, comme semble l'indiquer le rapport étroit entre les degrés-jours de chauffage (DJCh) et les émissions de GES (Figure 2-12). L'influence que les

4 Wang J. 2018. Communication personnelle (courriel de J. Wang à K. Tracey, ingénieure des programmes, DIRP, daté du 19 décembre 2018). Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada.

5 Brugger M. 2018. Communication personnelle (courriel de Brugger, M. à Tracey, K., ingénieure des programmes, DIRP, daté du 13 décembre 2018). Direction de l'analyse économique, Environnement et Changement climatique Canada.

Figure 2-10 Incidence des facteurs contribuant à la variation des émissions de GES provenant de sources fixes dans la sous-catégorie Résidentiel, entre 1990 et 2017



Remarques

Superficie utile et population—La superficie utile désigne les variations de la superficie totale dans le temps. En ce qui concerne le secteur résidentiel, la superficie utile est ensuite répartie selon les changements dans la population et les changements dans la superficie utile par personne.

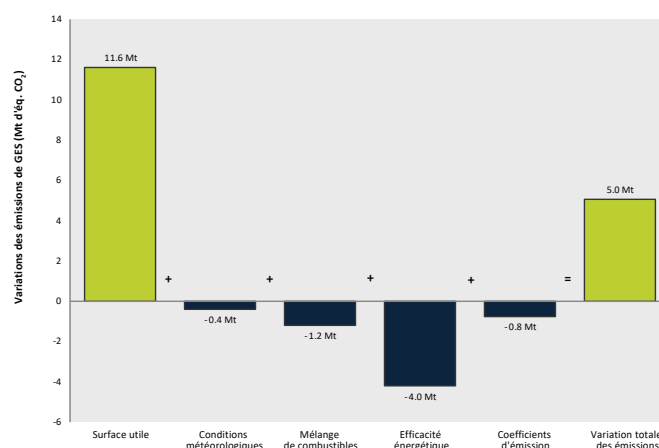
Conditions météorologiques—Il s'agit des fluctuations des conditions météorologiques, notamment les températures hivernales.

Mélange de combustibles—Le mélange de combustibles désigne la part de chaque combustible utilisé pour le chauffage.

Efficacité énergétique—L'efficacité énergétique concerne l'efficacité des bâtiments et de l'équipement utilisé pour le chauffage.

Coefficients d'émissions—Le coefficient d'émissions représente les variations des sources de combustibles et de la teneur en énergie dérivée de combustibles observées au fil du temps.

Figure 2-11 Incidence des facteurs contribuant à la variation des émissions de GES provenant de sources fixes dans la sous-catégorie Commercial et institutionnel, entre 1990 et 2017



conditions météorologiques peuvent exercer sur les besoins de chauffage local et la demande en combustibles se traduit en profils d'émissions qui se moulent à la variabilité interannuelle des conditions météorologiques.

Autres sources de combustion fixes (émissions de GES de 2017 : 27 Mt)

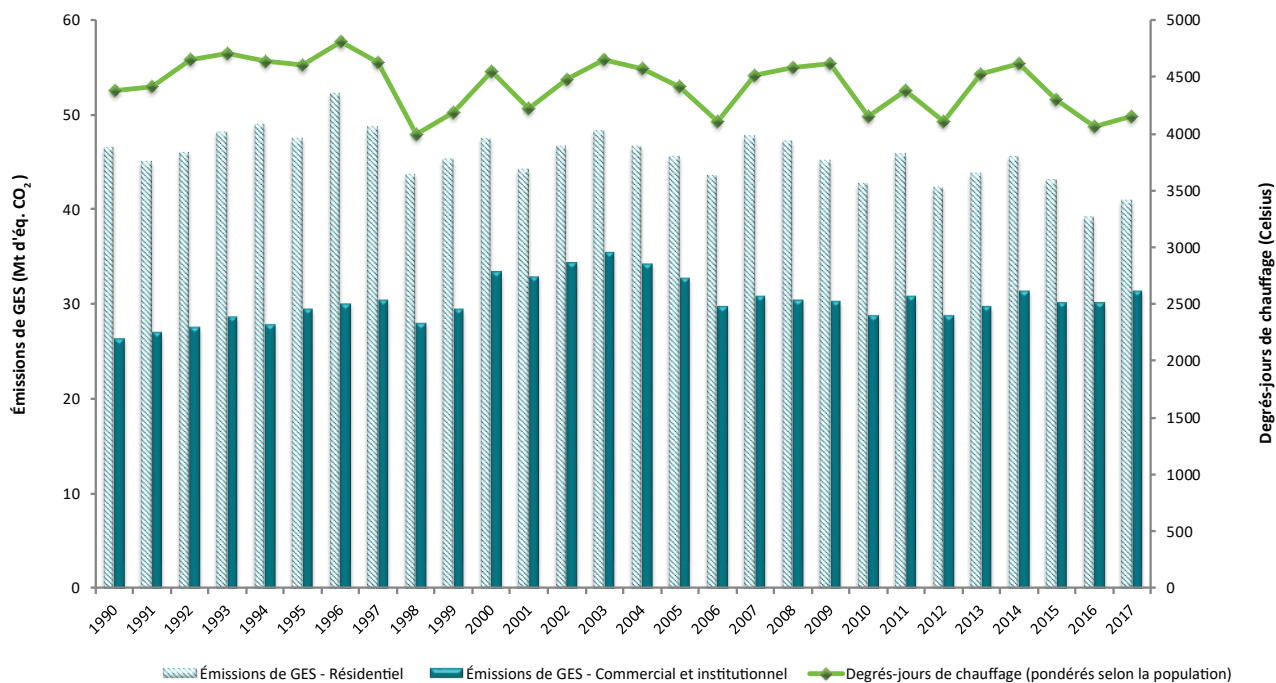
Les autres sources de combustion fixes comprennent les émissions engendrées par les sous-catégories de l'industrie du raffinage du pétrole, de l'exploitation minière, de la Construction et de l'Agriculture et de la Foresterie. De cet ensemble, les émissions engendrées par l'industrie du raffinage du pétrole et de l'exploitation minière correspondent assez bien aux niveaux de 1990. Les émissions de la sous-catégorie d'Agriculture et de la Foresterie ont augmenté de 52% (1,3 Mt) de 1990 à 2017;

tandis que les émissions de la sous-catégorie de la Construction ont diminué de 30% (0,57 Mt) entre 1990 et 2017.

2.3.1.2. Transports (émissions de GES en 2017 : 201 Mt)

Le secteur des transports est vaste et diversifié, et ses émissions de GES ont atteint 201 Mt, ce qui représente 34 % des émissions découlant du secteur de l'énergie au Canada en 2017. Les émissions de ce secteur comprennent les émissions attribuables à la combustion de combustibles dans six catégories : Transport routier, Transport aérien intérieur, Transport maritime intérieur, Transport ferroviaire, Autres transports (hors route) et Transport par pipeline (Tableau 2-5). De 1990 à 2017, les émissions imputables aux transports ont augmenté de 38 % (55 Mt), ce qui représente une portion importante de la croissance des émissions du Canada.

Figure 2–12 Degrés-jours de chauffage (DJCh) et émissions de GES des sous-catégories Résidentiel et Commercial et institutionnel, 1990–2017



Les émissions de cette catégorie résultent principalement du transport routier, qui englobe le transport de personnes (véhicules et camions légers à essence) et les véhicules lourds au diesel (Figure 2–13). La sous-catégorie Autres transports (hors route) arrive au deuxième rang, avec 16 % des émissions du sous-secteur des transports, principalement en raison de la combustion de diesel. Ensemble, les catégories Transport aérien intérieur, Transport maritime intérieur et Transport ferroviaire ont produit environ 9 % des émissions des transports en 2017 et, dans l'ensemble, ces émissions sont demeurées stables au fil de la série chronologique 1990–2017.

Transport routier (émissions de GES en 2017 : 144 Mt)

La hausse des émissions du transport routier s'explique en grande partie par la circulation accrue de véhicules, aussi bien légers que lourds, mesurée en véhicules-kilomètres parcourus. Le parc total de véhicules a crû de 79 % depuis 1990 (de 37 % depuis 2005), et de façon très marquée

dans les sous-classes des camions légers et des véhicules lourds (Tableau 2–6). Le parc de véhicules a augmenté de façon constante dans la plupart des secteurs automobiles en raison de facteurs démographiques et économiques. Le nombre absolu de véhicules a été plus grand de 2005 à 2017 que de 1990 à 2005. Depuis 2005, l'augmentation globale du parc de véhicules explique la hausse de 20 % du nombre de kilomètres parcourus par les véhicules légers, malgré une réduction du nombre de kilomètres parcourus par véhicule. Bien qu'aucune émission n'ait été déclarée pour les véhicules électriques dans le secteur des transports, le parc de véhicules comptait environ 25 000 véhicules entièrement électriques en 2017.

Véhicules légers à essence (émissions de GES en 2017 : 33 Mt)

Plusieurs facteurs influencent les émissions totales des véhicules légers, dont le nombre total de véhicules-kilomètres parcourus, le type de véhicule, le rendement du carburant, le type de carburant, la technologie antipollution et la consommation de biocarburant. Dans cette catégorie, il y a eu

Tableau 2-5 Émissions de GES de la catégorie des transports, certaines années

UPR Code		Émissions de GES (Mt d'éq. CO ₂)								Variation (%)	
		1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1990-2017	2005-2017
1.A.3	Transport aérien intérieur	146	192	197	202	200	202	201	201	38 %	5 %
1.A.3.a	Transport routier	7,2	7,6	7,3	7,6	7,2	7,1	7,1	7,1	-1 %	-7 %
1.A.3.b	Véhicules légers à essence	84	130	140	144	141	143	145	144	71 %	11 %
1.A.3.b.i	Camions légers à essence	42	41	35	36	34	34	35	33	-21 %	-20 %
1.A.3.b.ii	Véhicules lourds à essence	20	38	42	43	43	45	48	48	138 %	27 %
1.A.3.b.iii	Motocyclettes	6,3	12	13	13	12	12	13	13	106 %	11 %
1.A.3.b.iv	Véhicules légers à moteur diesel	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	222 %	42 %
1.A.3.b.i	Camions légers à moteur diesel	0,5	0,6	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	73 %	33 %
1.A.3.b.ii	Véhicules lourds à moteur diesel	0,2	0,3	0,5	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	579 %	203 %
1.A.3.b.iii	Véhicules au propane ou au gaz naturel	14	37	49	50	50	49	47	47	245 %	28 %
1.A.3.b.v	Transport ferroviaire	1,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-99 %	-97 %
1.A.3.c	Transport maritime intérieur	6,9	6,6	7,6	7,3	7,5	7,1	6,5	6,6	-5 %	0 %
1.A.3.d	Autres moyens de transport	4,8	6,4	5,6	5,2	4,8	4,7	3,6	4,4	-8 %	-31 %
1.A.4	Véhicules hors route : Agriculture et foresterie	44	42	36	38	39	40	39	40	-9 %	-6 %
1.A.4.c.ii	Véhicules hors route : Commercial et institutionnel	9,0	11	10	10	10	10	9,7	9,8	9 %	-14 %
1.A.4.a.ii	Véhicules hors route : Fabrication, mines et construction	1,5	2,4	2,5	2,7	2,8	2,7	2,6	2,7	80 %	14 %
1.A.2.g.vii	Véhicules hors route : Résidentiel	9,2	10	12	12	12	13	12	13	41 %	25 %
1.A.4.b.ii	Véhicules hors route : Autres	0,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	384 %	-7 %
1.A.3.e.ii	Transport par pipeline	17	6,4	4,3	4,3	4,5	4,8	4,9	5,0	-70 %	-22 %
1.A.3.e.i	Pipeline Transport	6,9	10	5,7	6,7	7,9	8,2	8,4	7,8	13 %	-23 %

Figure 2-13 Tendances des émissions canadiennes de GES attribuables aux transports (1990-2017)

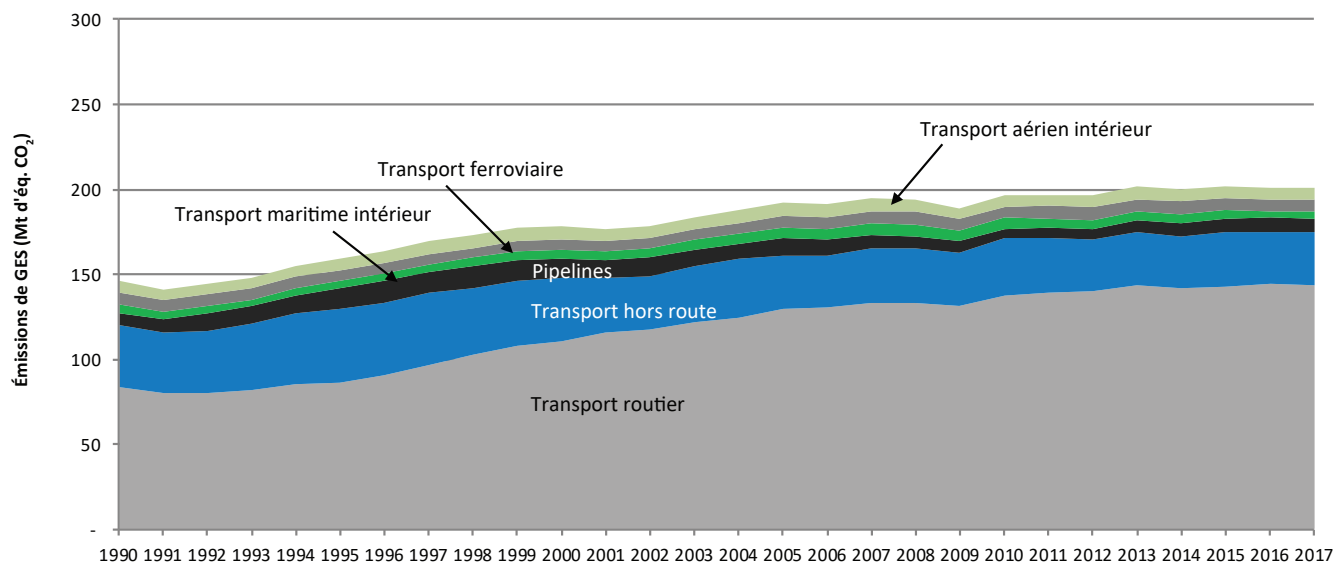


Tableau 2-6 Tendances du parc de véhicules au Canada, 1990-2017

Année	Nombre de véhicules (milliers)			
	Véhicules légers		Véhicules lourds	Tous les véhicules
	Automobiles	Camions		
1990	10 759	3 392	908	15 410
2005	11 009	6 920	1 618	20 061
2012	11 890	9 629	2 180	24 439
2013	12 266	10 243	2 270	25 531
2014	12 574	11 003	2 303	26 661
2015	12 867	11 783	2 304	27 759
2016	12 386	12 035	2 379	27 620
2017	11 941	12 299	2 460	27 534
Variation depuis 1990	11 %	263 %	171 %	79 %
Variation depuis 2005	8 %	78 %	52 %	37 %

Notes :

Les camions légers comprennent la plupart des camionnettes, des minifourgonnettes et des véhicules utilitaires sport.

La colonne « Tous les véhicules » comprend aussi les motocyclettes.

des hausses dans le nombre total de véhicules légers à essence et le nombre de VKP, alors que la consommation moyenne de carburant par le parc de véhicules a diminué, ce qui se traduit par une baisse nette de 21 % et de 20 % des émissions (qui sont passées de 42 Mt et de 41 Mt en 1990 et en 2005, respectivement, à 33 Mt en 2017). L'efficacité énergétique globale du parc automobile s'améliore au fil du remplacement des vieux véhicules moins économiques par des modèles plus récents. Cette hausse graduelle de rendement contrebalance les hausses d'émissions imputables à l'augmentation du nombre total de kilomètres parcourus et aux changements de type de véhicule (Figure 2-14). La mise en œuvre de technologies antipollution et la popularité croissante des biocarburants depuis les années 1990 ont également fait diminuer les émissions.

Camions légers à essence (émissions de GES en 2017 : 48 Mt)

En 2017, les camions légers (une catégorie incluant les véhicules utilitaires sport [VUS]), de nombreuses camionnettes et toutes les fourgonnettes) ont émis en moyenne 31 % plus de GES par kilomètre que les automobiles. Les émissions des camions légers à essence ont fait un bond de 138 % entre 1990 et 2017 (passant de 20 Mt en 1990 à 48 Mt en 2017). Bien que les taux afférents de consommation de carburant du parc ont baissé entre 1990 et 2017, cette baisse a été contrebalancée par une augmentation du nombre de véhicules et du nombre de VKP connexe, ce qui met en relief la tendance à la hausse observée

dans l'utilisation de VUS, de fourgonnettes et de camionnettes pour les déplacements personnels.

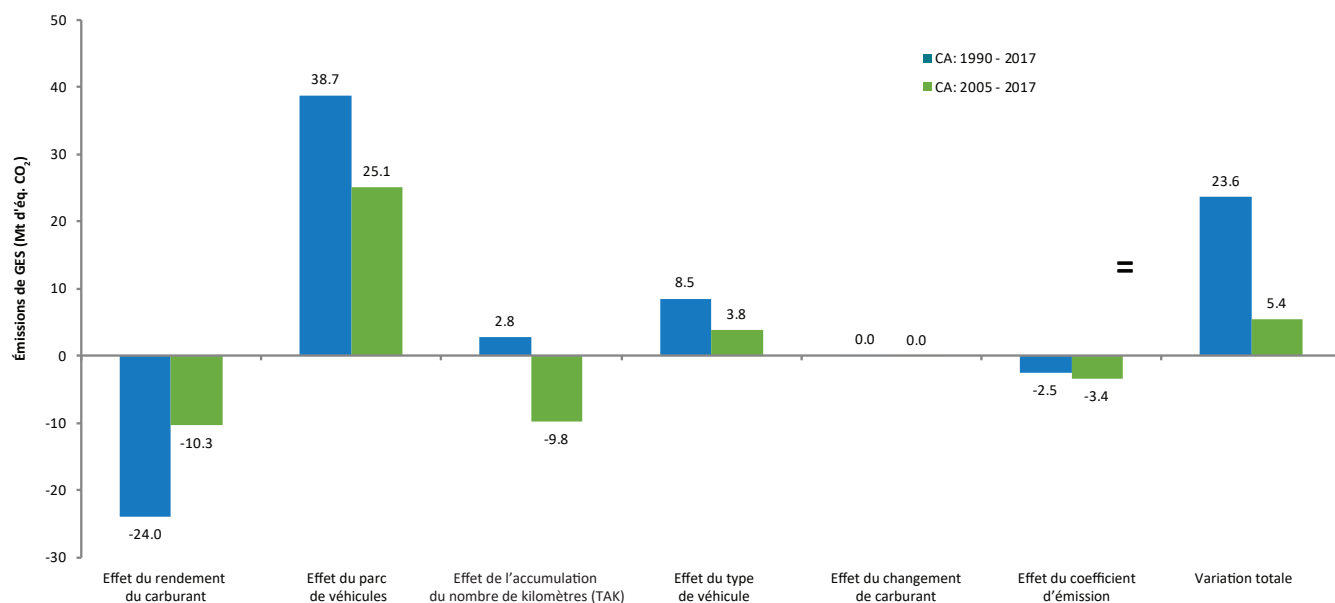
Véhicules lourds au diesel (émissions de GES en 2017 : 47 Mt)

En 2017, les émissions des véhicules lourds au diesel ont contribué à hauteur de 47 Mt aux émissions totales de GES du Canada (une augmentation d'environ 245 % depuis 1990 et de 28 % depuis 2005). La tendance des données provenant des grandes entreprises canadiennes de camionnage pour compte d'autrui montre que le transport des marchandises par camion lourd a nettement augmenté au fil du temps et que cette activité est la fonction principale des véhicules lourds (Statistique Canada, f). De plus, du fait de l'adoption de pratiques de livraison « juste à temps » par de nombreuses entreprises, le secteur du transport de marchandises a recours à des camions lourds, qui constituent parfois de véritables entrepôts (RNCAN, 2013).

Autres transports (hors route) (émissions de GES en 2017 : 32 Mt)

Les émissions hors route résultent de la combustion de diesel et d'essence dans une grande variété d'applications, notamment par la machinerie lourde mobile employée dans les industries de la construction, des mines et de l'exploitation forestière; les tracteurs agricoles et moissonneuses-batteuses; les véhicules récréatifs tels que motoneiges et véhicules tout-terrain; l'équipement résidentiel comme les tondeuses et les taille-haies. En 2017, les

Figure 2-14 Facteurs contribuant à la variation des émissions des véhicules légers, 1990–2017 et 2005–2017



Remarques

1. Les économies de carburant, le rendement du carburant et le taux de consommation de carburant sont des données qui décrivent l'efficacité avec laquelle un véhicule peut transformer le carburant en énergie. Ces données sont généralement exprimées sous forme de volume de carburant nécessaire pour qu'un véhicule parcoure une distance prescrite (l/100 km) ou sous forme de distance parcourue par un véhicule avec une quantité prescrite de carburant (milles au gallon — mpg).
2. Le taux d'accumulation au kilomètre (TAK) est la distance moyenne parcourue par un seul véhicule d'une classe donnée qui est généralement mesurée pendant une année, alors que les véhicules-kilomètres parcourus (VKP) sont la distance totale parcourue par tous les véhicules d'une classe donnée (multiplication du TAK par le nombre de véhicules dans une classe donnée) pendant la même période.

Variation totale—la variation totale est la différence entre les émissions totales au cours des périodes choisies, soit 1990-2016 et 2005-2016.

Effet du rendement du carburant—l'effet du rendement du carburant représente la variation des émissions attribuable au changement des taux de consommation de carburant (exprimés en litres/100 km).

Effet du parc de véhicules—l'effet du parc de véhicules désigne la variation des émissions attribuable au changement du nombre total de véhicules légers et camions sur les routes canadiennes.

Effet de l'accumulation du nombre de kilomètres (TAK)—l'effet de l'accumulation du nombre de kilomètres désigne la variation des émissions attribuable aux taux moyens annuels de conduite.

Effet du type de véhicule—l'effet du type de véhicule désigne la variation des émissions attribuable au changement du type de véhicule (p. ex., automobiles et camions).

Effet du changement de carburant—l'effet du changement de carburant représente la variation des émissions attribuable au changement du type de carburant utilisé (p. ex., moteur à essence par opposition à moteur diesel).

Effet du coefficient d'émissions global—l'effet du coefficient d'émissions global représente la variation des émissions attribuable à l'amélioration des technologies antipollution sur les émissions de CH₄ et de N₂O ainsi qu'à l'utilisation de biocarburants.

émissions du transport hors route dans les secteurs de la fabrication, de l'exploitation minière et de la construction ainsi que de l'agriculture et de la foresterie représentaient 41 % et 31 % des émissions hors route, respectivement. Les émissions nettes de l'ensemble de la sous-catégorie hors route ont diminué de 14 % et de 0,3 % depuis 1990 et 2005, respectivement.

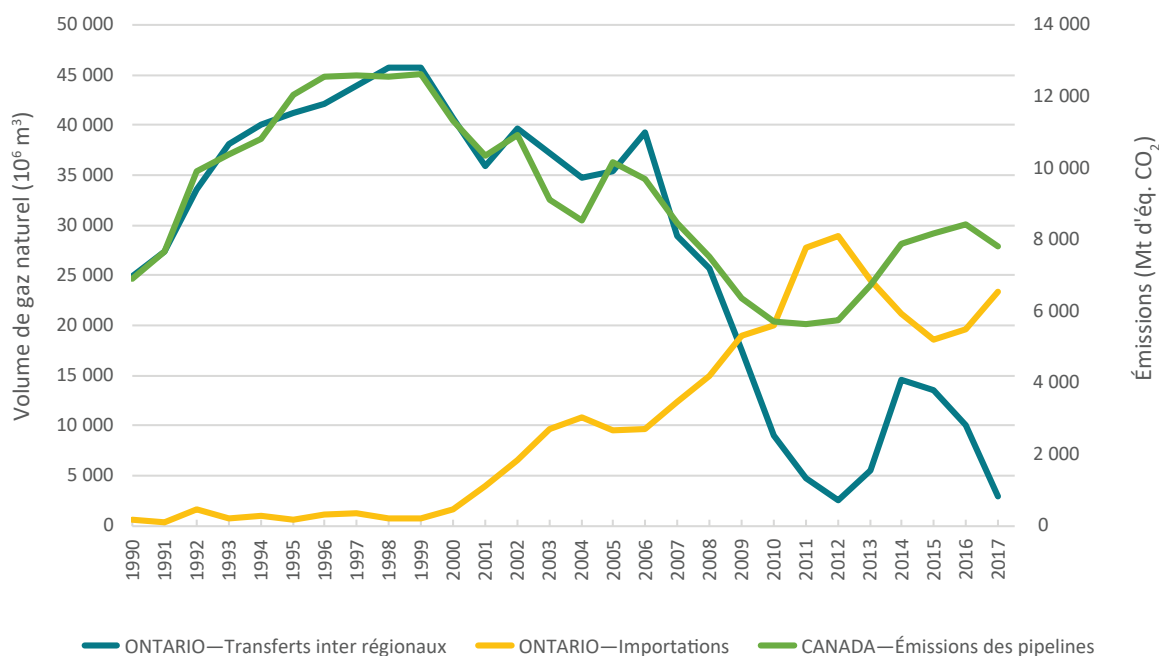
Autres transports (transport par pipeline) (émissions de GES en 2017 : 7,8 Mt)

Les émissions provenant du transport par pipeline sont imputables à la combustion de gaz naturel aux stations de compression servant au transport du gaz naturel. En 2017, près de 99 % de la production de gaz naturel était effectuée dans l'Ouest du

Canada : Alberta (71,9 %), Colombie-Britannique (24,5 %) et Saskatchewan (2,5 %). Bien que ces provinces représentent 63 % de la consommation de gaz naturel commercialisable, l'Ontario, la province la plus peuplée, représente environ 26 % de la consommation de gaz naturel, mais en produit moins de 0,05 % (Statistique Canada, 1991–2018). La demande en gaz naturel en Ontario, de même que l'éloignement géographique des régions productrices, nécessite un transport à grande distance à l'aide de pipelines. Par conséquent, la source du gaz naturel consommé en Ontario a des répercussions importantes sur les émissions liées aux pipelines.

Par le passé, les transferts inter-régionaux de grandes quantités de gaz naturel produit dans l'Ouest vers

Figure 2-15 Liens entre les émissions attribuables aux pipelines au Canada, les importations des États-Unis vers l'Ontario et les transferts inter-régionaux du gaz naturel de l'Ouest du Canada



L'Est du Canada, en particulier en Ontario, ont été le principal facteur déterminant des émissions liées aux pipelines. C'est toujours le cas, mais le volume de gaz acheminé de l'Ouest vers l'Est du pays a commencé à chuter au début des années 2000, car le gaz naturel de l'Ouest a été remplacé par l'importation de gaz de schiste des États-Unis (Statistique Canada, 1991–2018). En général, à mesure que les importations en Ontario augmentent, les transferts inter-régionaux du gaz de l'Ouest diminuent, ce qui se traduit par une diminution des émissions liées à la combustion attribuables aux pipelines (Figure 2-15).

2.3.1.3. Sources fugitives (émissions de GES en 2017 : 56 Mt)

Les émissions fugitives désignent les rejets délibérés ou accidentels de GES attribuables à la production, à la transformation, au transport, à l'entreposage et à la livraison de combustibles fossiles. Les gaz rejetés qui sont éliminés par combustion (p. ex., par torchage du gaz naturel dans les installations de production et de traitement du pétrole et du gaz) et les émissions postproduction, y compris celles provenant de mines de charbon abandonnées et de puits de pétrole et de gaz abandonnés, sont

également considérés comme des émissions fugitives. Les émissions fugitives proviennent de deux sources : pétrole et gaz naturel (98 % d'émissions fugitives) et exploitation de mines de charbon (2 %).

Dans l'ensemble, les émissions fugitives ont augmenté de 49 à 56 Mt (14 %) entre 1990 et 2017 (Tableau 2-7), ce qui a contribué à 6 % de la croissance des émissions canadiennes totales entre 1990 et 2017. La catégorie Pétrole et gaz naturel a enregistré à elle seule une hausse des émissions fugitives de 8,4 Mt (18 %), tandis qu'une baisse de 1,7 Mt (60 %), principalement en raison de la fermeture de mines de charbon dans l'Est du Canada.

La croissance de 18 % des émissions fugitives de la catégorie Pétrole et gaz naturel depuis 1990 (Figure 2-16) résulte d'une plus grande activité du secteur pétrolier et gazier. Depuis 1990, près de 400 000 puits de pétrole et de gaz ont été forés, et le nombre de puits en production a grimpé de 200 % (ACPP, 2018). La multiplication et la dispersion accrue des installations pétrolières et gazières ont donné lieu à une augmentation considérable des sources d'émissions fugitives.

Bien que la production dans les sables bitumineux représente environ 65 % de la production totale de

pétrole au Canada en 2017, elle n'a été à l'origine que de 13 % des émissions fugitives totales du secteur pétrolier et gazier. Étant donné que la grande majorité des émissions fugitives proviennent de puits conventionnels, l'augmentation de la production de bitume dans les sables bitumineux a peu d'incidence sur les émissions fugitives.

Les émissions fugitives ont atteint leur sommet à la fin des années 1990 (Figure 2-16). Jusqu'en 2010,

l'effet combiné de l'amélioration des programmes d'inspection et d'entretien, des pratiques de l'industrie, des technologies et de la réglementation a entraîné une tendance à la baisse des émissions. En 1999, par exemple, la province de l'Alberta a adopté la *Directive 060*, une mesure réglementaire qui vise à réduire les émissions de torchage et d'évacuation de son industrie pétrolière exigeant que les exploitants se branchent à des réseaux de collecteurs de gaz dans des conditions précises

Tableau 2-7 Émissions de GES des sources d'émissions fugitives, certaines années

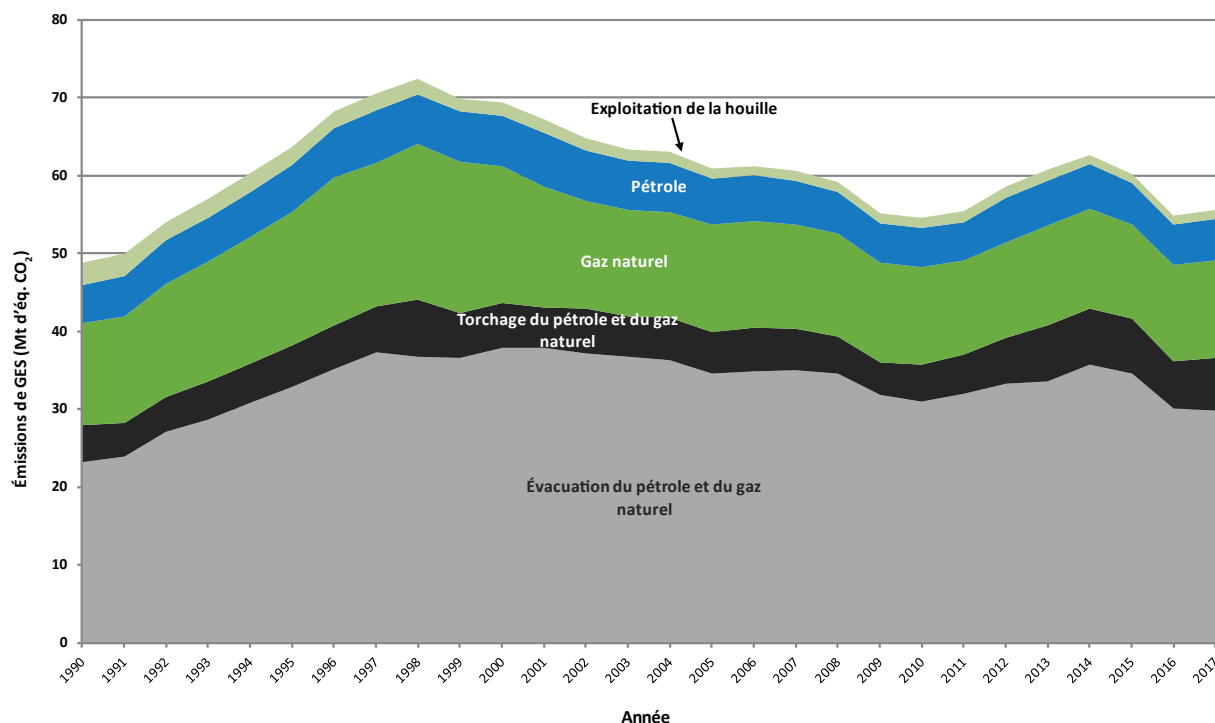
Catégorie de sources de GES	Émissions de GES (Mt d'éq. CO ₂)								Variation (%)	
	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1990-2017	2005-2017
Sources fugitives¹	49	61	59	61	63	60	55	56	14 %	-9 %
Exploitation de la houille	2,8	1,4	1,4	1,5	1,3	1,1	1,3	1,1	-60 %	-18 %
Pétrole et gaz naturel	46	60	57	59	61	59	54	54	18 %	-9 %
Pétrole ²	5,0	5,9	5,7	5,7	5,6	5,4	5,2	5,2	4 %	-12 %
Gaz naturel ²	13	14	12	13	13	12	12	13	-4 %	-8 %
Évacuation	23	35	33	34	36	35	30	30	28 %	-14 %
Torchage	4,6	5,4	5,8	7,1	7,3	7,0	6,0	6,7	45 %	25 %

Notes :

1. Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

2. Ces catégories représentent les émissions fugitives découlant de fuites des systèmes de traitement du pétrole et du gaz naturel.

Figure 2-16 Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources fugitives (1990-2017)



(AER, 2014). En 2006, la province a ajouté à la *Directive 060* des pratiques exemplaires en matière de détection et de réparation des fuites, pour réduire les émissions fugitives dues aux fuites. Entre 2000 et 2010, ces mesures ont permis d'abaisser de 8,3 Mt (19 %) les émissions fugitives en Alberta.

Par ailleurs, en 2010, la Colombie-Britannique a adopté le *Flaring and Venting Reduction Guideline* (BCOGC, 2015) et, en 2012, la Saskatchewan a adopté la *Saskatchewan Upstream Petroleum Industry Associated Gas Conservation Standards Directive S-10* (Sask ECON, 2015), deux instruments similaires à la *Directive 060*.

Malgré ces efforts, les émissions de torchage et d'évacuation ont augmenté de 7 Mt (20 %) entre 2010 et 2014. Les producteurs de pétrole ne sont tenus de relier leur production de gaz à des systèmes de collecte de gaz qu'au-delà de volumes de production et d'indicateurs économiques bien précis. La présence d'installations plus petites et plus dispersées de même que les faibles prix du gaz naturel ont entraîné une hausse de la quantité de gaz brûlé à la torche et évacué.

Les fluctuations dans les émissions fugitives depuis 2012 illustrent les effets opposés de l'adoption de pratiques industrielles exemplaires par rapport aux activités de production. En effet, bien que les améliorations technologiques et la réglementation aient des effets positifs sur la réduction des émissions, ceux-ci sont touchés par des facteurs économiques et peuvent être éclipsés par les répercussions découlant des changements dans les activités de l'industrie (c.-à-d. production, forage, nombre d'installations en exploitation, etc.), qui représentent le principal moteur de la croissance des émissions.

2.3.1.4. Tendances en matière de transport et de stockage du CO₂

En 2016 se sont amorcés en Alberta le captage, le transport et le stockage du CO₂ aux fins de stockage géologique à long terme. Dans le cadre du projet Quest, du CO₂ est capté au valorisateur de Scotford de Shell et est transporté 65 km plus au nord vers un site de stockage permanent.

Au Canada, toutes les autres activités de transport et de stockage de CO₂ actuelles et passées sont associées aux opérations de récupération de pétrole qui se déroulent à Weyburn, en Saskatchewan. À

partir de 2014, la majorité du CO₂ capté à la centrale électrique alimentée au charbon de Boundary Dam, en Saskatchewan, a aussi été transporté à Weyburn à des fins de récupération assistée des hydrocarbures.

Le tableau A10-3 renferme des détails sur les volumes de CO₂ captés (annexe 10). Conformément à l'origine des CO₂ captés (une installation de valorisation et une usine de production d'énergie à partir du charbon), ces volumes sont soustraits des émissions déclarées par les secteurs Exploitation et production de pétrole en amont et Production d'électricité et de chaleur dans le secteur public en Alberta et en Saskatchewan, respectivement.

Les émissions provenant des systèmes de transport de CO₂ sont présentées dans les tableaux-synthèses des émissions annuelles de GES au Canada (Annexe 9) et par province et territoire (Annexe 11).

2.3.2. Procédés industriels et utilisations des produits (émissions de GES de 2017 : 54 Mt)

Les émissions du secteur PIUP comprennent les émissions de GES provenant des procédés manufacturiers et de l'utilisation de produits. Le secteur chapeaute les sous-secteurs suivants : produits minéraux, industrie chimique, production de métaux, production et consommation d'halocarbures, de SF₆ et de NF₃, produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant et fabrication et utilisation d'autres produits. Les émissions de GES du secteur PIUP représentaient 54 Mt (7,5 %) dans l'inventaire national des émissions de GES de 2017, contre 57 Mt (9,4 %) en 1990, soit une baisse d'environ 2,8 Mt ou 5,0 %. Les émissions totales de ce secteur sont issues des activités de plusieurs industries différentes; les tendances des émissions illustrent les effets combinés de nombreux facteurs sur diverses industries.

Depuis 1990, la réduction des émissions provenant de la production d'acide adipique (N₂O), de la production d'aluminium (PFC), du SF₆ utilisé dans la production de magnésium (SF₆) et de la production sidérurgique (CO₂) a été principalement contrebalancée par l'augmentation des émissions issues des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants (CO₂)⁶

⁶ Les émissions du sous-secteur des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants englobent les émissions résultant de l'utilisation non énergétique de combustibles fossiles qui ne sont comptabilisées dans aucune autre catégorie du secteur PIUP.

ainsi que par la production et de la consommation d'halocarbures (HFC) (Figure 2-17). En 2017, les émissions ayant le plus contribué aux émissions du secteur proviennent de la production de métal

(16 Mt), suivies de la consommation d'halocarbures (principalement des HFC) et de l'utilisation non énergétique de combustibles, comptabilisant 13 Mt et 10 Mt, respectivement (Tableau 2-8).

Figure 2-17 Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources du secteur PIUP (1990-2017)

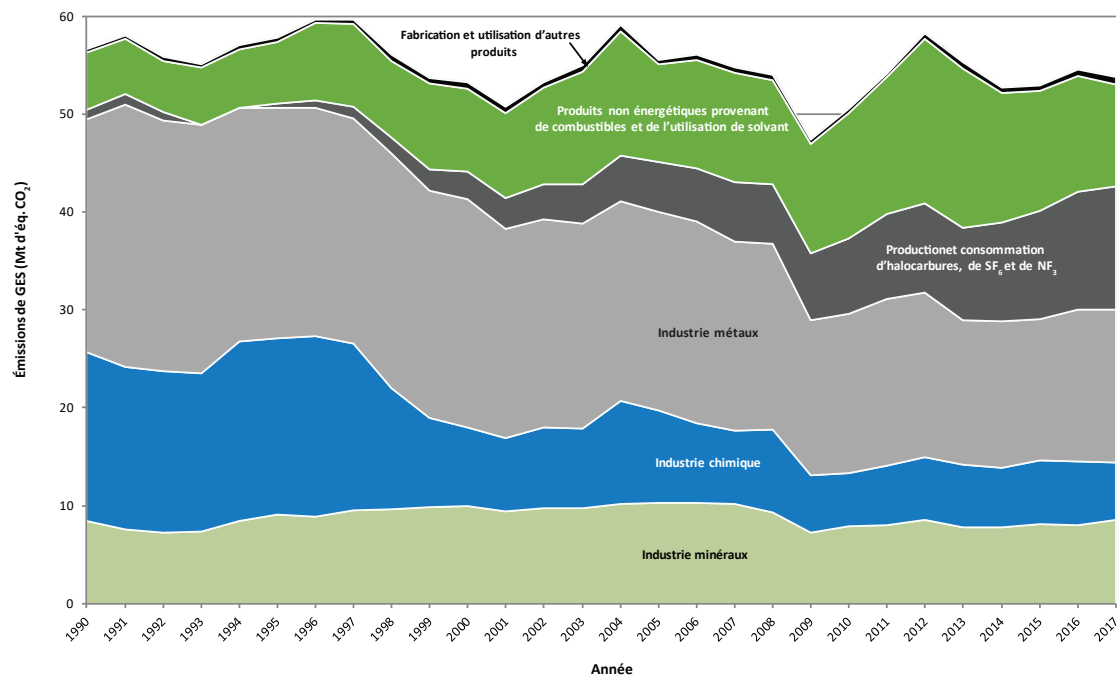


Tableau 2-8 Émissions de GES des catégories du secteur PIUP, certaines années

Catégories de sources de GES	Émissions de GES (Mt d'éq. CO ₂)								Variation (%)	
	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1990-2017	2005-2017
Total—Procédés industriels	57	56	58	55	53	53	55	54	-5 %	-3 %
Produits minéraux	8,4	10	8,5	7,8	7,8	8,1	7,9	8,5	1 %	-17 %
Production de ciment	5,8	7,6	6,6	6,0	5,9	6,3	6,2	6,8	17 %	-11 %
Production de chaux	1,8	1,7	1,5	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	-23 %	-21 %
Utilisation de produits minéraux	0,9	0,9	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	-56 %	-58 %
Industrie chimique	17	9,5	6,4	6,4	6,0	6,5	6,6	5,8	-66 %	-38 %
Production d'ammoniac	2,8	2,7	3,0	2,9	2,5	2,8	2,8	2,6	-8 %	-6 %
Production d'acide nitrique	1,0	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0	0,9	-4 %	-22 %
Production d'acide adipique	10	2,5	-	-	-	-	-	-	-100 %	-100 %
Production pétrochimique et de noir de carbone	3,3	3,0	2,3	2,5	2,4	2,5	2,7	2,4	-28 %	-22 %
Production de métaux	24	20	17	15	15	14	16	16	-34 %	-23 %
Production sidérurgique	10	10	10	8,0	8,9	8,5	9,3	9,4	-10 %	-9 %
Production d'aluminium	10	8,7	6,5	6,5	5,8	5,7	6,0	6,0	-42 %	-31 %
SF ₆ utilisé dans les usines de fonte et de moulage du magnésium	3,0	1,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	-91 %	-79 %
Production et consommation d'halocarbures, de SF ₆ et de NF ₃	1,0	5,1	9,1	9,4	10	11	12	13	1190 %	146 %
Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant	5,8	10	17	16	13	12	12	10	81 %	5 %
Fabrication et utilisation d'autres produits	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	91 %	35 %

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

2.3.2.1. Produits minéraux (émissions de GES en 2017 : 8,5 Mt)

Le sous-secteur des produits minéraux comprend la production de ciment, la production de chaux et les utilisations des carbonates (magnésite, cendre de soude et calcaire). Bien que les émissions de ce sous secteur varient au fil des ans, en 2017, elles sont en grande partie retournées à leurs niveaux de 1990.

La production de ciment domine cette catégorie, représentant 79 % des émissions des Produits minéraux en 2017. Les fluctuations au fil des années découlent en grande partie des variations dans la capacité de production de clinker, en particulier aux environs de 2009, avec une certaine récupération graduelle en raison de l'ouverture d'une nouvelle installation au Québec en 2017.

2.3.2.2. Industrie chimique (émissions de GES en 2017 : 5,8 Mt)

De 1990 à 2017, les émissions de l'industrie chimique dans son ensemble ont diminué de 11,5 Mt (66 %). La discontinuation de la production d'acide adipique depuis 2009 au Canada a été le principal facteur déterminant de la réduction des émissions dans cette industrie; à lui seul, ce facteur représente une baisse de 10,3 Mt depuis 1990⁷. Les modifications comprennent également une réduction des émissions (0,9 Mt) dans la production pétrochimique et de petites diminutions (0,22 Mt et 0,04 Mt) dans la production d'ammoniac et d'acide nitrique, respectivement.

2.3.2.3. Production de métaux (émissions de GES en 2017 : 16 Mt)

Les baisses d'émissions dans la production de magnésium, la production d'aluminium et la production sidérurgique sont les principales responsables de la réduction globale de 8,1 Mt (34 %) entre 1990 et 2017 et de 4,6 Mt (23 %) entre 2005 et 2017.

L'industrie de l'aluminium a réussi à abaisser de 6,8 Mt (90 %) ses émissions de PFC tout en augmentant sa production de 106 % entre 1990 et 2017 (AAC, 2017), en bonne partie grâce à des améliorations technologiques. L'industrie du magnésium a

également affiché une baisse des émissions, grâce au remplacement du SF₆ par des substituts et à la fermeture d'usines au fil des ans. La production primaire de magnésium au Canada a cessé en 2009.

L'industrie sidérurgique a vu ses émissions baisser de 0,93 Mt (9,0 %) de 2005 à 2017. La réduction des niveaux de production dans leur ensemble est principalement responsable de cette baisse des émissions (Statistique Canada, 2004–2012; ACPA, 2013–2017).

2.3.2.4. Production et consommation d'halocarbures, de SF₆ et de NF₃ (émissions de GES en 2017 : 13 Mt)

À l'heure actuelle, il n'y a aucune production de HFC au Canada. Le HFC-23 a été fabriqué comme un sous-produit dans la production de HCFC-22, laquelle s'est arrêtée en 1992. Ainsi, toutes les émissions de cette catégorie sont associées à la consommation d'halocarbures uniquement. La consommation d'HFC a causé une hausse de 12 Mt des émissions de 1995 à 2017 ou de 7,5 Mt (146 %) de 2005 à 2017, ce qui peut s'expliquer par le remplacement de SACO par des HFC pour la réfrigération et la climatisation depuis l'entrée en vigueur du Protocole de Montréal en 1996. Les autres sources d'émissions (PFC, SF₆, NF₃) de ce sous-secteur n'ont pas d'effet notable sur les tendances des émissions, car la deuxième source d'émissions en importance (PFC) représente moins de 1 % de la valeur des émissions de HFC.

2.3.2.5. Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants (émissions de GES en 2017 : 10 Mt)

Les produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants sont la plus grande source d'émissions du secteur PIUP, avec une hausse des émissions de 4,7 Mt (81 %) de 1990 à 2017. Le changement observé est attribuable surtout aux émissions provenant de l'utilisation, comme matière première, de cires, de paraffines et de produits non finis, qui ont augmenté de 4,6 Mt (891 %) au cours de la période.

⁷ Hendriks J. 2013. Communication personnelle (courriel de Hendriks J., d'Invista, à la Division des inventaires et rapports sur les polluants, daté du 22 novembre 2013).

2.3.3. Secteur de l'agriculture (émissions de GES en 2017 : 60 Mt)

En 2017, les émissions du secteur de l'agriculture représentaient 60 Mt (8,4 %) des émissions totales de GES du Canada, des niveaux qui demeurent les mêmes qu'en 2005, mais en hausse de 12 Mt (26 %) depuis 1990 (Figure 2-18, Tableau 2-9). En 2017, ce secteur a produit 30 % des émissions nationales de CH₄ et 75 % (contre 52 % en 1990) des émissions nationales de N₂O.

En règle générale, les émissions agricoles résultent de pertes et d'inefficiences dans les processus de production, qu'il s'agisse de pertes d'énergie nutritive durant la digestion animale ou de déperdition d'azote nutritif dans l'atmosphère ou les eaux de surface. Toutes les émissions déclarées dans le secteur de l'agriculture proviennent de sources non énergétiques. Les émissions provenant d'énergie utilisée durant le processus de production agricole, ainsi que les émissions énergétiques et fugitives survenant durant la production d'engrais azotés et d'autres produits chimiques agricoles, sont abordées au chapitre 3 (Énergie) et au chapitre 4 (Procédés industriels et utilisation de produits) du présent rapport.

Les principaux secteurs économiques canadiens sont la production de bétail et les productions végétales. Les émissions de GES imputables au secteur du bétail incluent les émissions de CH₄ de la fermentation entérique et les émissions de CH₄ et de N₂O du stockage et de l'épandage de fumier. Le secteur des productions végétales comprend les émissions de N₂O provenant de l'épandage d'engrais azotés inorganiques, de la décomposition des résidus de culture, de l'épandage de fumier comme engrais et des pratiques de gestion des cultures; les émissions de CH₄ et de N₂O provenant de l'incinération des résidus agricoles; et les émissions de CO₂ imputables à l'utilisation de chaux sur les sols agricoles et à l'application d'engrais azotés à base d'urée. Au Canada, le secteur de la production de bétail est dominé par la production de bovins de boucherie, de bovins laitiers, de volaille et de porcs, tandis que le secteur des productions végétales est principalement voué à la production de céréales et d'oléagineux.

Les principaux facteurs à l'origine de la tendance des émissions dans le secteur de l'agriculture sont les fluctuations dans les cheptels et une hausse constante dans l'épandage d'engrais azotés inorganiques dans les provinces des Prairies. Les populations de bovins, de porcs et

Figure 2-18 Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources agricoles (1990-2017)

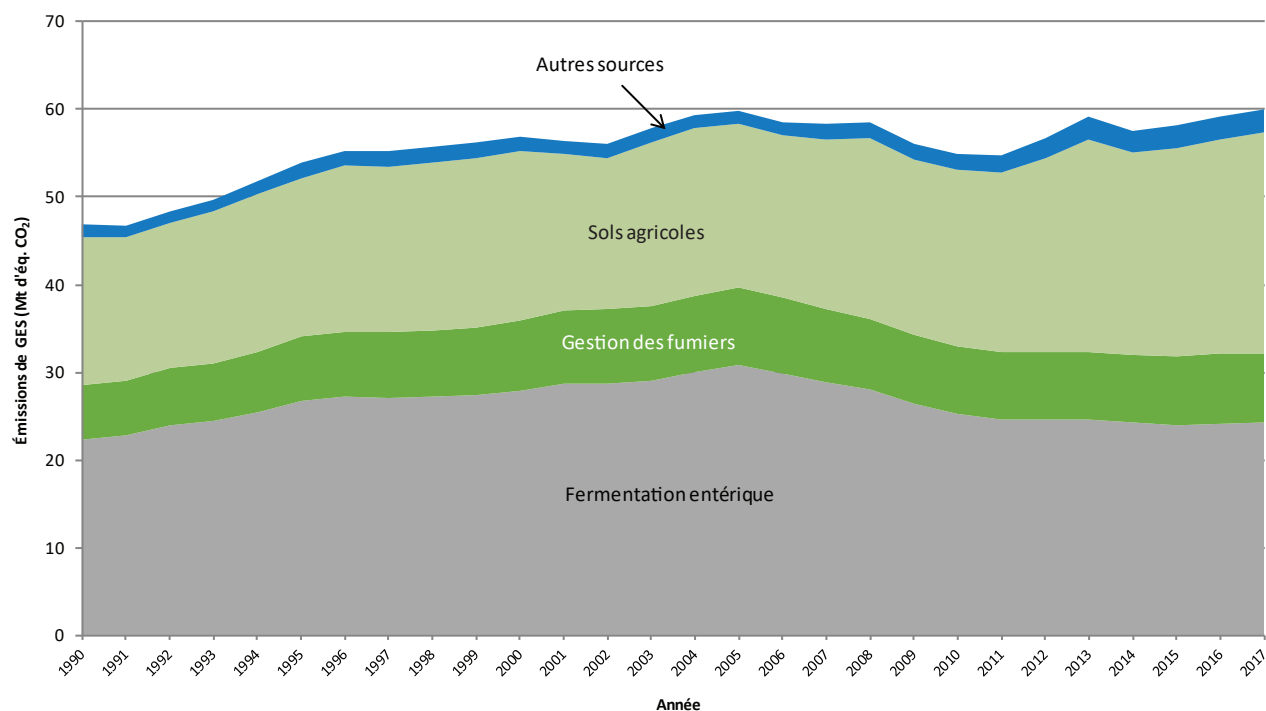


Tableau 2-9 Émissions de GES de la catégorie Agriculture, certaines années

Catégorie de sources de GES	Émissions de GES (Mt d'éq. CO ₂)								Variation (%)	
	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1990-2017	2005-2017
Agriculture	47	60	57	59	58	58	59	60	28 %	0 %
Fermentation entérique	22	31	25	25	24	24	24	24	8 %	-21 %
Gestion des fumiers	6.1	8.8	7.7	7.8	7.7	7.8	7.9	8.0	30 %	-10 %
Sols agricoles	17	19	22	24	23	24	24	25	48 %	35 %
Incinération des résidus agricoles dans les champs	0.22	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	-77 %	18 %
Chaulage, application d'urée et autres engrais carbonés	1.2	1.4	2.3	2.7	2.5	2.6	2.5	2.5	111 %	77 %

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

de volaille au Canada ont crû de 6 %, de 40 % et de 52 %, respectivement, depuis 1990. Depuis 2005, les cheptels de bovins au pâturage ont diminué par rapport à la production de cultures annuelles, et cette diminution, accompagnée d'une augmentation continue dans l'utilisation d'engrais, entraînent un changement important dans le profil des émissions, de même qu'une diminution des émissions issues des animaux d'élevage, atteignant la plus faible proportion du total des émissions agricoles (environ 60 % des émissions totales), ce qui est sensiblement inférieur à la proportion de 2005 (73 %) (Figure 2-19). En raison de ce changement, les émissions agricoles totales sont maintenant composées d'une proportion un peu plus élevée de N₂O (provenant principalement de la production de cultures) que de CH₄ (provenant de la production d'animaux d'élevage), ce qui est inédit. Le changement dans l'industrie, de la production de bovins au pâturage à la production de cultures annuelles se traduit également par une diminution de la séquestration du carbone par les sols agricoles observée dans la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles dans le secteur ATCATF.

2.3.3.1. Fermentation entérique (émissions de GES en 2017 : 24 Mt)

Les émissions issues de la fermentation entérique proviennent presque entièrement (96 %) de l'élevage de bétail au Canada. Entre 1990 et 2017, elles sont passées de 22 Mt à 24 Mt, une hausse de 8 %. Les hausses enregistrées de 1990 à 2005 s'expliquent surtout par l'accroissement du cheptel de bovins à viande et à l'augmentation du poids des bovins à viande, propulsés par la robustesse des prix des produits de base. Les cheptels bovins ont atteint un sommet en 2005, puis ont diminué de 28 % en

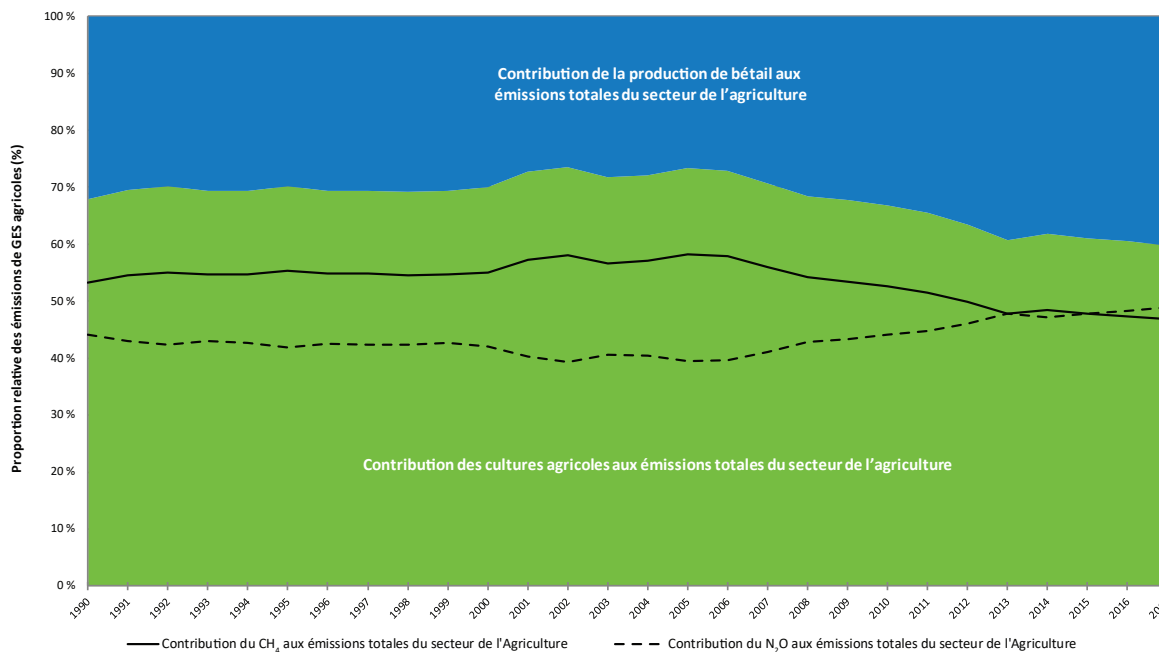
raison de la chute marquée des prix qui a suivi une épidémie d'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB, ou maladie de la vache folle) en 2003. Dans les dernières années, les prix des denrées d'origine animale sont demeurés élevés, tandis que les populations animales et les émissions des animaux d'élevage se sont stabilisées.

Parallèlement, les émissions associées aux vaches laitières ont chuté d'environ 17 % depuis 1990, principalement en raison d'une réduction de 31 % du cheptel laitier de 1990 à 2017 (Statistique Canada, e). Cependant, grâce aux améliorations génétiques et aux changements apportés à l'alimentation et aux pratiques de gestion, la vache laitière moyenne consomme aujourd'hui plus de nourriture et produit 46 % plus de lait qu'en 1990 et, par conséquent, elle émet aujourd'hui davantage de GES. La réduction des émissions associées au déclin de la population de vaches laitières est donc partiellement contrebalancée par une augmentation de 20 % des émissions par animal depuis 1990.

2.3.3.2. Gestion des fumiers (émissions de GES en 2017 : 8,0 Mt)

Les émissions provenant des systèmes de gestion des fumiers sont passées de 6,1 Mt en 1990 à 8,0 Mt en 2017 (ou de 30 %), une hausse attribuable à l'accroissement des cheptels bovin, porcin et avicole. Le stockage des fumiers engendre aussi bien du CH₄ (14 % du CH₄ total d'origine agricole) que du N₂O (14 % du N₂O total d'origine agricole). La gestion du fumier bovin et avicole génère principalement du N₂O, alors que le fumier porcin produit surtout du CH₄. En raison de changements dans les pratiques de stockage du fumier, les émissions provenant du fumier de bovins laitiers, qui étaient principalement composées de N₂O, sont désormais principalement

Figure 2-19 Proportions des émissions canadiennes de GES du secteur agricole rejetées sous forme de méthane et d'oxyde nitreux, ou attribuées à l'élevage et aux productions végétales (1990-2017)



composées de CH_4 . C'est pourquoi les émissions de CH_4 correspondent étroitement aux changements dans les populations et les pratiques dans les secteurs laitier et du porc, passant de 2,5 Mt en 1990 à 3,9 Mt (57 %). De leur côté, les émissions d'oxyde de diazote suivent étroitement l'évolution des cheptels de bovins de boucherie, passant de 3,7 Mt en 1990 à 4,9 Mt (34 %) en 2005, et diminuant par après à 4,1 Mt (12 %) en 2017. Comme c'était le cas pour la fermentation entérique, l'augmentation du poids moyen dans le cheptel de bovins à boucherie a également contribué à faire monter les émissions de N_2O provenant du fumier.

2.3.3.3. Sols agricoles (émissions de GES en 2017 : 25 Mt)

Les émissions des sols agricoles résultent de l'épandage d'engrais azotés inorganiques et organiques (fumier) et de la décomposition des résidus de culture; ces émissions peuvent être modifiées par les pratiques de gestion culturale. Elles sont passées de 17 Mt en 1990 à 25 Mt en 2017, une hausse de 48 % principalement attribuable à l'utilisation accrue d'engrais azotés inorganiques.

Les émissions causées par l'épandage d'engrais azotés inorganiques sont passées de 5,7 Mt en 1990 à 12 Mt en 2017, une hausse de 105 %, la consommation d'engrais azotés inorganiques ayant augmenté de manière constante de 1,2 Mt à 2,6 Mt d'azote durant la même période. L'accroissement des ventes d'engrais azotés s'est principalement produit à deux périodes : 1991-1997 et 2007-2017. La hausse observée est attribuable pendant la première période à l'intensification des systèmes culturaux et à la réduction des jachères dans les Prairies canadiennes, et pendant la deuxième période, à une flambée du prix des céréales qui a incité les agriculteurs à utiliser une plus grande quantité d'éléments nutritifs et à convertir à des cultures annuelles des terres servant à des cultures pérennes, coïncidant avec une réduction de l'élevage de bovins au pâturage dans les Prairies canadiennes. L'utilisation accrue d'engrais depuis 1990 a également fait augmenter de 1,5 Mt (180 %) les émissions de CO_2 provenant des engrais carbonés à base d'urée.

Les émissions provenant de la décomposition des résidus de culture ont varié entre un plancher de 3,3 Mt en 2002 (une année de sécheresse) et

un plafond de 6,5 Mt en 2016, principalement en raison des conditions météorologiques et de leur impact sur les rendements cultureux. Malgré la forte variabilité interannuelle de la production culturale, la production présente généralement une hausse pendant la période de déclaration.

En 1990, les pratiques de gestion des terres cultivées, en particulier la jachère et l'irrigation, ont contribué 1,3 Mt des émissions totales des sols. L'adoption des pratiques de conservation des sols (environ 16 millions d'hectares de terres cultivées depuis 1990) et l'intensification des systèmes cultureux (réduction de 89 % dans les régions en jachère) ont réduit les émissions de 0,74 Mt en 2017.

2.3.4. Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (émissions de GES de 2017 : absorptions nettes de 24 Mt, non comprises dans les totaux nationaux)

Le secteur 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. Les émissions de GES des sources et les absorptions des puits sont estimées et déclarées pour cinq catégories de terres aménagées : Terres forestières, Terres cultivées, Prairies, Terres humides et Établissements, de même que pour la catégorie Produits ligneux récoltés (PLR), étroitement apparentée aux Terres forestières et à la conversion de forêts. Le flux net du secteur ATCATF est calculé comme étant la somme des émissions de CO₂ et de gaz autres que le CO₂ vers l'atmosphère et des absorptions de CO₂ de l'atmosphère.

En 2017, ce flux net, selon les estimations, aurait absorbé 24 Mt de CO₂ de l'atmosphère, en comparaison des absorptions nettes de CO₂ de 68 Mt en 1990 et de 21 Mt en 2005. La tendance à long terme relative aux absorptions nettes dépend principalement de la diminution des absorptions nettes de CO₂ des Terres forestières de 1990 à 2007 (Figure 2–20 et Tableau 2–10); elle a été partiellement atténuée par une augmentation des absorptions nettes de CO₂ dans les Terres cultivées jusqu'à 2006 et une diminution continue des émissions attribuables à la conversion de forêts à d'autres affectations des terres au fil de la série chronologique. Les absorptions nettes du secteur ATCATF ont fluctué au cours des dernières années, augmentant

Figure 2–20 Flux net du secteur ATCATF par rapport aux émissions canadiennes totales, 1990–2017

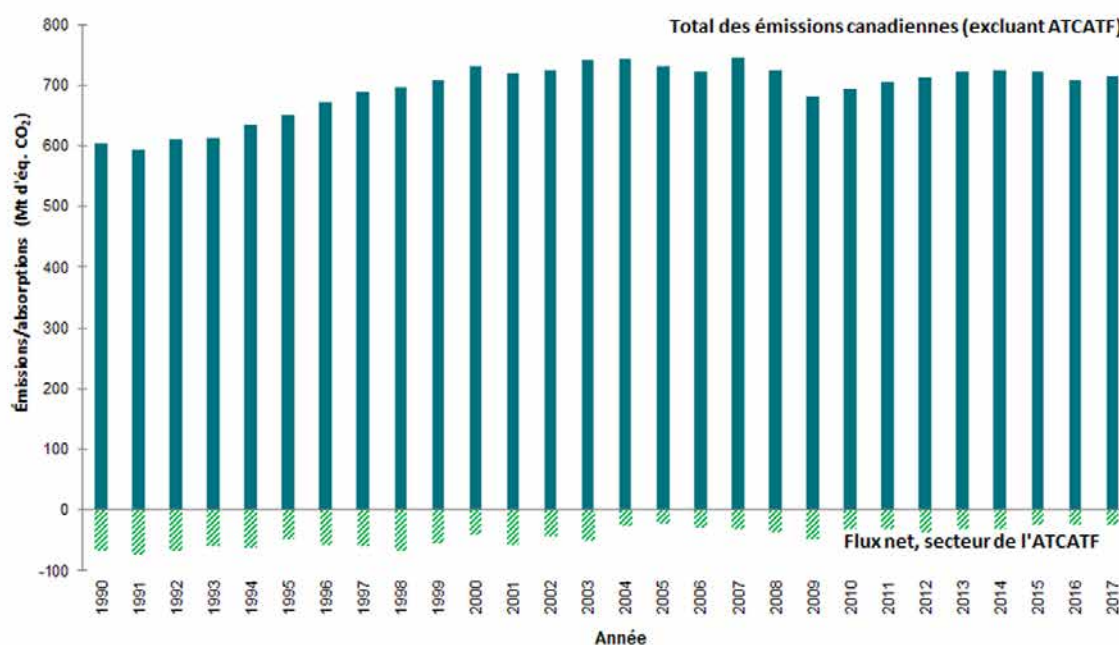


Tableau 2-10 Émissions et absorptions de GES du secteur ATCATF, certaines années

Catégories sectorielles	Flux net de GES (Mt d'éq. CO ₂) ²								Variation	
	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1990-2017	2005-2017
Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie TOTAL¹	- 68	- 21	- 36	- 33	- 32	- 25	- 25	- 24	45	-2,5
a. Terres forestières	- 210	- 160	- 160	- 160	- 160	- 150	- 150	- 150	62	4,2
b. Terres cultivées	8,3	- 11	- 11	- 10	- 10	- 8,6	- 7,8	- 6,8	- 15	4,2
c. Prairie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
d. Terres humides	5,3	3,1	3,0	3,0	3,1	2,9	2,9	3,2	- 2,2	0,1
e. Établissements	3,8	3,8	3,7	3,8	3,9	3,9	3,8	3,5	- 0,3	-0,3
f. Produits ligneux récoltés	130	140	130	130	130	130	130	130	- 0,1	-11

Notes :

1. Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

2. Les signes négatifs indiquent une élimination nette de CO₂ de l'atmosphère.

de 21 Mt en 2005 à 49 Mt en 2009, et ont ensuite diminuées à 24 Mt en 2017.

Les totaux nationaux sont déclarés à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) avec et sans émissions et absorptions dans le secteur ATCATF. Les absorptions nettes estimées dans le secteur ATCATF s'élèvent à 11 %, 2,9 % et 3,3 % des émissions totales de GES du Canada en 1990, 2005 et 2017, respectivement.

2.3.4.1. Terres forestières et produits ligneux récoltés (PLR) (absorptions de GES en 2017 : 26 Mt)

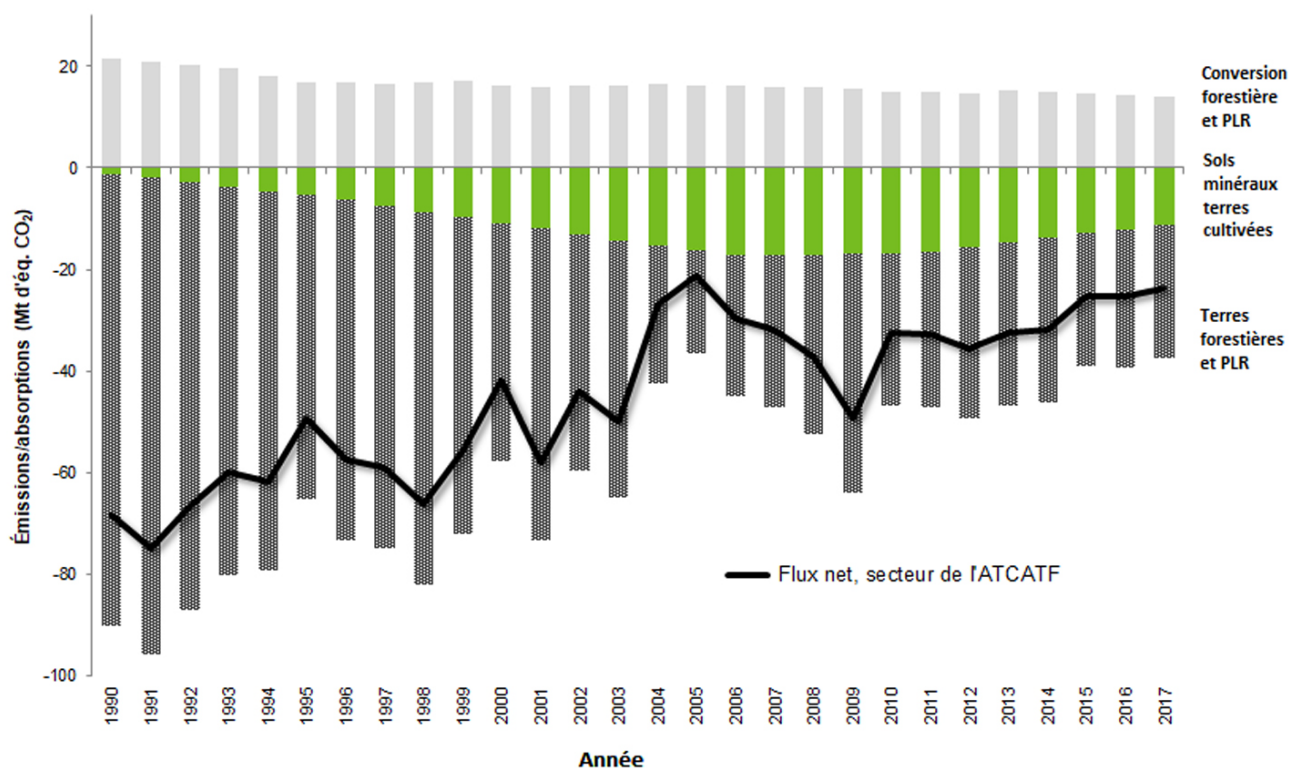
Ensemble, les catégories Terres forestières et Produits ligneux récoltés (PLR) comprennent les flux de GES entre l'atmosphère et les forêts aménagées du Canada ainsi que les émissions provenant des produits ligneux récoltés issus d'activités de récolte intérieures. Le flux net total attribuable aux forêts aménagées et aux PLR était estimé à 26 Mt d'absorptions de CO₂ en 2017 (Figure 2-21), qui combine les absorptions nettes de 150 Mt des Terres forestières et les émissions nettes de 125 Mt des PLR.

Les absorptions nettes des Terres forestières—après avoir séparé les flux de GES associés à plusieurs perturbations naturelles graves des flux de GES d'origine anthropique—ont diminué, passant de 210 Mt en 1990 à 150 Mt en 2007. La tendance anthropique prédominante directement associée aux activités humaines effectuées dans les forêts aménagées est l'augmentation de 32 % de la quantité de carbone extraite des forêts

par récolte et transférée dans les PLR entre 1990 et 2004, année record de récolte. Depuis 2005, les absorptions nettes ont fluctué entre 150 et 160 Mt. Les taux de récolte ont graduellement augmenté depuis 2009, mais en 2017 sont toujours 25 % inférieurs à leur plafond de 2004. Cette tendance récente est tributaire d'une lente augmentation de la demande globale en produits de bois d'œuvre canadien depuis 2010 (RNCAN, 2018).

La diminution des absorptions des forêts à l'échelle nationale est surtout due aux tendances observées dans la Cordillère montagnarde et les Plaines boréales qui peuvent être associées aux épidémies d'insectes dans la Cordillère montagnarde au début des années 2000. Les taux élevés de récolte du bois subséquents dans les peuplements forestiers touchés ont ramené de vastes superficies de forêts auparavant productives aux premiers stades de croissance, lorsque les arbres absorbent et emmagasinent moins de carbone dans la biomasse. De plus, les peuplements forestiers de l'écozone de la Cordillère montagnarde ont été affectés par des infestations d'insectes qui ont causé une faible mortalité des arbres sur de grandes superficies et fait augmenter les émissions de CO₂ découlant de la décomposition. Dans les Plaines boréales, les récoltes à rythme soutenu, les infestations d'insectes et les incendies ont, ensemble, ramené de vastes superficies de forêts auparavant productives aux premiers stades de croissance. La combinaison d'une réduction des absorptions et du stockage du CO₂ dans la biomasse et d'une augmentation des émissions de CO₂ issues de la décomposition a entraîné une

Figure 2-21 Flux net et principales causes des émissions et des absorptions de GES dans le secteur ATCATF, 1990–2017



diminution nette des absorptions par les forêts de ces régions—principalement entre 1997 et 2007—qui était suffisamment élevée pour influencer sur la tendance nationale. Bien que les émissions et les absorptions associées à ces perturbations naturelles graves soient séparées des flux anthropiques, les perturbations influent néanmoins sur les flux de GES déclarés.

Les émissions des PLR témoignent du stockage à long terme du carbone dans le bois récolté des forêts canadiennes. Environ un quart des émissions des PLR (29 % en 2017) résultent des produits ligneux à longue durée de vie qui atteignent la fin de leur vie utile plusieurs décennies après la récolte du bois. En 2017, les émissions en fin de vie des produits de courte durée de vie, c.-à-d. les produits des pâtes et papiers et les produits bioénergétiques, représentaient respectivement 31 % et 36 %, des émissions provenant des PLR. Ensemble, les émissions des produits ligneux de courte durée de vie ont suivi plus étroitement les tendances récentes des taux de récoltes dans les forêts.

Les émissions du secteur des PLR ont fluctué entre 120 Mt en 2009, l'année d'exploitation la plus faible, et un plafond de 150 Mt en 1995.

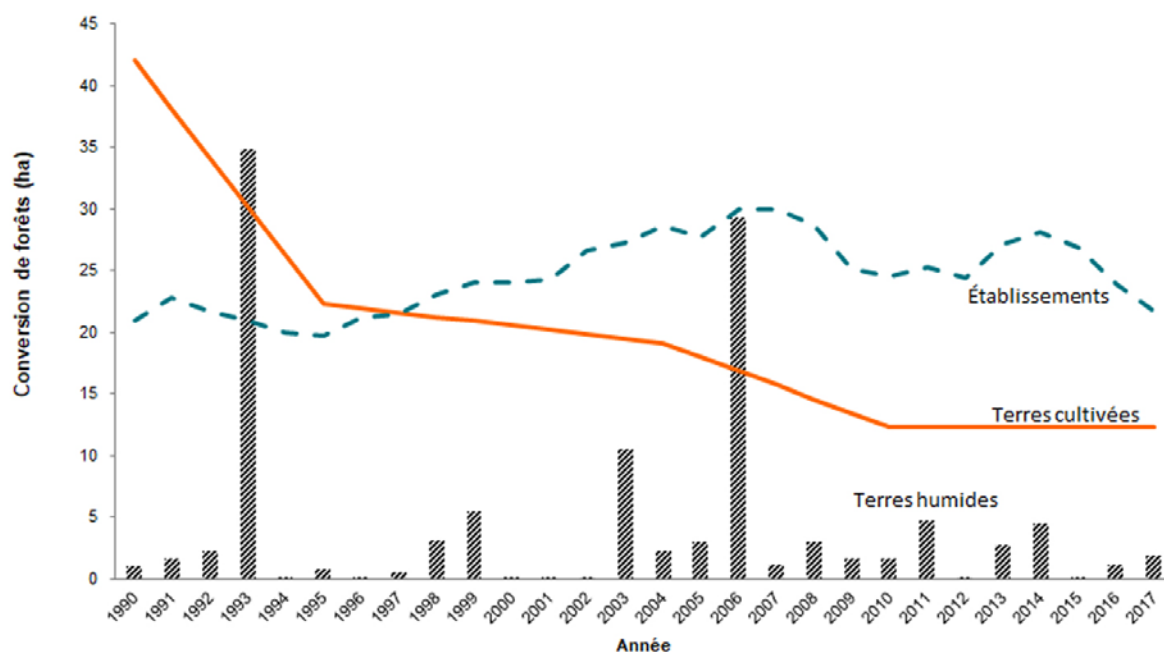
2.3.4.2. Conversion de forêts⁸ (émissions de GES en 2017 : 14 Mt)

La conversion de forêts n'est pas en soi une catégorie de déclaration, puisqu'elle chevauche les sous-catégories des Terres converties en terres cultivées, des Terres converties en terres humides et des Terres converties en établissements. Elle comprend aussi les émissions des PLR issues des activités de conversion des forêts depuis 1990. Les émissions imputables à la conversion de forêts sont passées de 22 Mt en 1990 à 14 Mt en 2017.

La conversion de forêts à d'autres affectations est une pratique courante, mais à la baisse au Canada. Elle dépend de diverses conditions

⁸ Les émissions résultant de la conversion des forêts sont incorporées aux sommes des émissions des autres catégories d'affectation des terres; par conséquent, la valeur de 14 Mt déclarée dans cette section est incluse dans les sommes associées aux totaux des autres catégories d'affectation des terres.

Figure 2–22 **Tendances dans les taux annuels de conversion de forêts en terres cultivées, en terres humides et en établissements**



à l'échelle nationale, notamment des cadres d'orientation et de réglementation, des forces du marché et de la richesse en ressources naturelles. Depuis 1990, 1,4 million d'hectares de forêts ont été convertis à d'autres affectations des terres au Canada. Du point de vue géographique, les taux annuels moyens de conversion de forêts sont les plus hauts dans les Plaines boréales (22 kha par an) et dans le Bouclier boréal est (8 kha par an), ce qui représente 46 % et 17 %, respectivement, de la perte totale de forêts au Canada.

Avec un taux annuel de conversion atteignant actuellement 25 kha, la conversion de Terres forestières en Établissements est le principal responsable des pertes de superficies forestières : 61 % en 2017, contre 33 % en 1990 et 57 % en 2005. Le déboisement au profit de l'expansion agricole (Terres cultivées) est le deuxième facteur en importance de la conversion de forêts (34 % de toutes les pertes de superficies forestières en 2017). Les taux annuels de conversion ont diminué, passant de 42 kha en 1990 à 12 kha en 2017, principalement dans les Plaines boréales, les Prairies subhumides et la Cordillère montagnarde de l'Ouest canadien, après une

période active d'expansion agricole durant les décennies précédentes.

La conversion de forêts en Terres humides est principalement causée par l'aménagement hydroélectrique (terres submergées), une occurrence épisodique, correspondant à la mise en eau occasionnelle de grands réservoirs (p. ex., LaForge-1 en 1993 et Eastmain-1 en 2006, voir la Figure 2–22). La superficie cumulative de forêt convertie pour la création de réservoirs hydroélectriques et des infrastructures qui s'y rattachent équivaut à 183 kha, soit 13 % du total de la superficie forestière convertie durant la période de déclaration. L'aménagement hydroélectrique touche surtout la taïga du Bouclier est et le Bouclier boréal est.

2.3.4.3. Terres cultivées (absorptions de GES en 2017 : 6,8 Mt)

La catégorie Terres cultivées comprend les effets des pratiques agricoles sur les émissions et les absorptions de CO₂ par les terres arables ainsi que les répercussions immédiates et à long terme de la conversion de forêts et de prairies en Terres cultivées.

Les émissions des Terres cultivées révèlent une diminution soutenue des émissions nettes de CO₂, passant des émissions de 8,3 Mt en 1990 à des absorptions nettes de 12 Mt en 2006, soit un changement total de 20 Mt (ci-dessus). Cette tendance découle des changements apportés aux pratiques de gestion des terres agricoles dans l'Ouest canadien, qui améliorent la conservation du carbone dans les sols, comme l'adoption généralisée de pratiques de conservation du sol (quelque 16 millions d'hectares de Terres cultivées depuis 1990) et une réduction de 92 % de la superficie en jachère en 2017.

Depuis 2006, les absorptions nettes ont diminué graduellement à 6,8 Mt. Les principaux facteurs déterminants de cette tendance sont : la conversion nette des cultures pérennes en cultures annuelles dans les Prairies, les taux en déclin dans l'adoption des pratiques de conservation des sols et la réduction des jachères, ainsi qu'une diminution de la contribution des changements apportés aux pratiques historiques de gestion des terres relativement à l'activité du sol comme puits.

Depuis 2006, la conversion accrue de cultures pérennes en cultures annuelles coïncide avec la réduction des cheptels de bovins au pâturage dans les prairies, ce qui dénote les liens entre les systèmes de production agricole et le carbone dans le sol. La diminution des émissions associées à la conversion de Terres forestières en Terres cultivées a contribué à la tendance des absorptions croissantes pendant la période de 1990 à 2010, qui s'est depuis stabilisée (voir la section 2.3.4.2).

2.3.4.4. Autres sources/puits du secteur ATCATF (émissions de GES en 2017 : 6,7 Mt)

Les autres sources/puits du secteur ATCATF comprennent les Établissements, les Terres humides et les Prairies, qui ont contribué à hauteur de 3,5 Mt, de 3,2 Mt et de 0,001 Mt, respectivement, aux émissions nettes de 6,7 Mt déclarées en 2017, en baisse comparativement aux 9,1 Mt de 1990. La catégorie des Établissements englobe la croissance des arbres urbains (absorptions annuelles de 2,4 Mt tout au long de la période de déclaration) et la conversion des terres en Établissements. La

catégorie des Terres humides comprend les émissions imputables aux tourbières aménagées pour l'extraction de la tourbe et à l'inondation de terres (réservoirs hydroélectriques). Les tendances dans cette catégorie sont principalement alimentées par la création, avant 1990, de grands réservoirs qui ont engendré une hausse des émissions durant la période 1990–1993. La section 2.3.4.2 explique plus en détail la tendance des émissions provenant de la conversion de Terres forestières en Établissements et en terres submergées.

2.3.5. Secteur des déchets (émissions de GES en 2017 : 19 Mt)

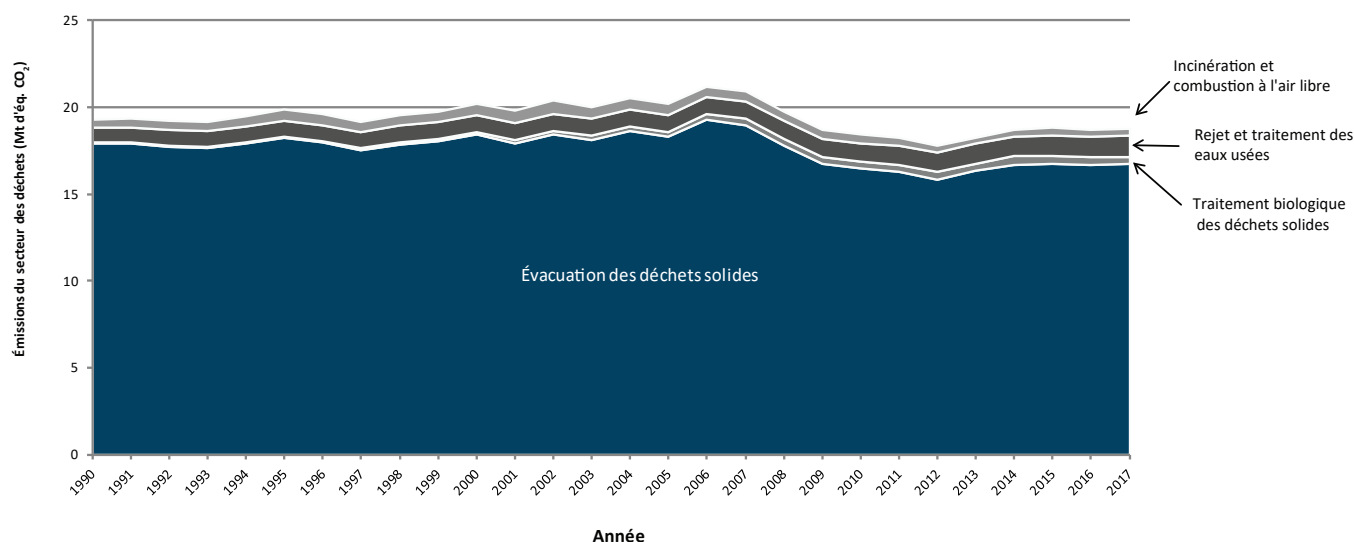
Le secteur des déchets comprend les émissions de GES provenant du traitement et de l'évacuation des déchets liquides et solides. Les émissions de ce secteur ont contribué à hauteur de 19 Mt (2,6 %) aux émissions totales du Canada en 2017, ce qui est comparable au niveau des émissions de 19 Mt en 1990 (3,2 % des émissions totales), et de 20 Mt (2,8 %) en 2005 (Figure 2–23 et Tableau 2–11). En 2017, 17 Mt (ou 89 % des émissions totales du secteur des déchets) étaient attribuables seulement à l'évacuation des déchets, alors que le traitement biologique des déchets solides (compostage), le traitement et le rejet des eaux usées ainsi que l'incinération et la combustion à l'air libre des déchets (excluant les émissions de CO₂ issues de l'incinération de biomasse) contribuaient respectivement pour 0,4 Mt, 1,2 Mt et 0,4 Mt, respectivement.

2.3.5.1. Évacuation des déchets solides (émissions de GES en 2017 : 17 Mt)

La catégorie « Évacuation des déchets solides » présente les émissions de CH₄ provenant des sites d'enfouissement des déchets solides municipaux (DSM) et des sites d'enfouissement de résidus ligneux.

Les émissions de GES des sites d'enfouissement sont libérées dans les gaz d'enfouissement (GE) produits par la décomposition anaérobie des déchets organiques enfouis. Les GE sont surtout composés de CO₂ et de CH₄, bien que seuls les rejets de CH₄ soient déclarés. Le taux de production de CH₄ à un site d'enfouissement dépend de plusieurs facteurs, notamment la masse et la composition des déchets

Figure 2–23 Tendances dans les émissions canadiennes de GES provenant des déchets (1990–2017)



enfouis et l'humidité introduite dans le sol par la pluie. La quantité nette de méthane rejetée par ces sites d'enfouissement dépend davantage de la présence de couvertures oxydantes dans les sites d'enfouissement et du recours accru aux technologies de captage des GE.

En 2017, les émissions des sites d'enfouissement de DSM étaient de 13,2 Mt, tandis que celles des sites d'enfouissement de résidus ligneux étaient de 3,5 Mt. Les émissions des sites d'enfouissement de DSM ont diminué en 2017 de moins de 6,2 % depuis 1990 et de 0,75 Mt (5,8 %) depuis 2005. Bien que la quantité de méthane produite par les sites d'enfouissement ait augmenté de façon régulière de 1990 à aujourd'hui, principalement en résultat de la population grandissante qui produit plus de déchets, cette augmentation a été contrebalancée par une augmentation du captage des GE dans les sites d'enfouissement. En 2017, 43 % des GE produits dans les sites d'enfouissement ont été récupérés au moyen des technologies de captage des GE, comparativement à un taux de récupération de 18 % en 1990. Le résultat est une tendance relativement stable dans les émissions rejetées des sites d'enfouissement de DSM (Figure 2–24).

Les sites d'enfouissement de résidus ligneux représentent une plus petite partie de l'évacuation des déchets solides et les émissions de ces sites d'enfouissement privés ont diminué de 0,4 Mt

(10 %) par rapport aux niveaux de 1990. Comme il n'y a pas de captage des GE dans ces sites d'enfouissement, la tendance à la baisse des émissions est directement liée à la diminution de la quantité de résidus ligneux envoyés à ces sites d'enfouissement dédiés, en raison de la réorientation des résidus ligneux au lieu de leur évacuation.

Le méthane évité représente la quantité de méthane qui n'est pas rejetée de la décharge parce qu'elle est capturée (ou soit évasée ou exploitée), et/ou oxydée lorsqu'elle traverse la couverture de la décharge.

2.3.5.2. Autres sources de déchets (émissions de GES en 2016 : 2,9 Mt)

Au fil de la série chronologique 1990–2017, les émissions de GES attribuables au traitement biologique des déchets solides (compostage), au traitement et au rejet des eaux usées (traitement des eaux usées municipales et industrielles), et les sous-catégories de l'incinération et de la combustion à l'air libre ont augmenté collectivement de 49 % (Figure 2–23 et Tableau 2–11).

Une augmentation des émissions causées par le traitement et le rejet des eaux usées reflète l'augmentation de la population canadienne. Quant à la baisse des émissions

totales produites par l'incinération (DSM, boues d'épuration, déchets dangereux et déchets cliniques), elle est principalement attribuable aux déclinés d'émissions attribuables à la fermeture d'incinérateurs de DSM vétustes. Depuis 1990, un grand nombre de municipalités canadiennes disposent d'installations de compostage centralisées à l'air libre dans le but de réduire la quantité de matières organiques envoyées dans les sites d'enfouissement. Cette pratique a contribué à la forte croissance des émissions dans la sous-catégorie appelée « Traitement biologique des déchets solides » de 390 kt (700 %) depuis 1990 et de 150 kt (50 %) depuis 2005.

2.4. Émissions par secteur économique canadien

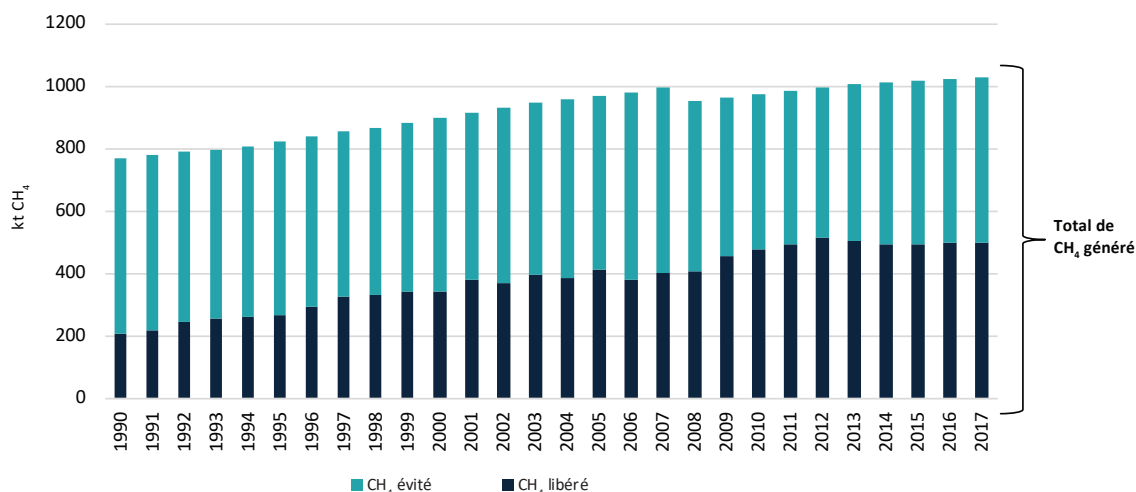
Dans le présent rapport, les estimations d'émissions sont principalement regroupées en fonction des secteurs d'activités définis par le GIEC : Énergie, (PIUP, Agriculture, ATCATF, et Déchets. Tout en étant conforme aux directives de la CCNUCC pour la notification des inventaires, le classement des émissions en fonction des secteurs économiques est plus approprié à une analyse des tendances et des politiques par rapport à une activité économique en particulier (p. ex., la production d'électricité, l'exploitation d'une entreprise agricole ou la conduite d'une voiture). Dans cette section,

Tableau 2-11 Émissions de GES du secteur des déchets, certaines années

Catégorie de sources de GES	Émissions de GES (Mt d'éq. CO ₂)								Variation (%)	
	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017	1990-2017	2005-2017
Secteur des déchets	19	20	18	18	19	19	19	19	-3 %	-7 %
Évacuation des déchets solides	18	18	16	16	17	17	17	17	-7 %	-9 %
Traitement biologique des déchets solides	0,1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	708 %	52 %
Traitement et rejet des eaux usées	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	38 %	19 %
Incinération et combustion à l'air libre des déchets	0,5	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	-10 %	-30 %

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

Figure 2-24 Émissions de méthane produites, évitées¹ et rejetées par les sites d'enfouissement de DSM (certaines années)



1. Le méthane évité représente la quantité de méthane qui n'est pas rejetée de la décharge parce qu'elle est capturée (ou soit évacuée ou exploitée), et/ou oxydée lorsqu'elle traverse la couverture de la décharge.

les émissions sont regroupées selon les secteurs économiques canadiens suivants : pétrole et gaz, électricité, transports, industries lourdes⁹, bâtiments, agriculture et déchets et autres.

Cette réallocation reclasse simplement les émissions sous différentes rubriques, mais ne change pas l'ampleur globale des estimations des émissions canadiennes. Elle tient compte de la proportion pertinente des émissions attribuables à diverses sous-catégories du GIEC, afin de créer un profil complet des émissions pour un secteur économique précis. Il s'agit de l'approche adoptée pour communiquer les projections d'émissions et les progrès réalisés vers l'atteinte de la cible canadienne de réduction des émissions de GES pour 2020, établie dans le rapport *Projections des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques au Canada de 2018*, dans les versions antérieures du rapport *Tendances en matière d'émissions au Canada* ainsi que dans les communications nationales et les rapports biennaux du Canada à la CCNUCC. L'examen du cheminement historique des émissions canadiennes de GES par secteur économique permet de mieux comprendre le lien existant entre les activités économiques et les émissions de GES à des fins d'analyse publique et d'analyse des tendances et des politiques. Cette approche correspond également davantage aux catégories sectorielles du Cadre pancanadien, ce qui permet au Canada de suivre les progrès attribuables à ses principales politiques et mesures visant à réduire les émissions.

Par exemple, le secteur des transports comprend les émissions des voitures, camions, trains, aéronefs et navires pour le déplacement de personnes et aussi les émissions des camions lourds et d'autres véhicules commerciaux pour le déplacement de marchandises. Cependant, contrairement à la catégorisation du GIEC, le secteur des transports ne comprend pas les émissions attribuables au transport hors route lié à l'agriculture, à l'exploitation minière, à la construction, à la foresterie, aux pipelines ou à d'autres activités industrielles. Ces émissions hors route attribuables aux activités industrielles sont allouées aux secteurs économiques correspondants. Par exemple, s'il y avait une tendance à la hausse des activités

agricoles ou minières, les émissions provenant de l'utilisation accrue de la machinerie agricole mobile ou des tombereaux de chantiers se refléteraient dans les estimations des secteurs économiques de l'agriculture ou des industries lourdes (exploitation minière).

L'annexe 10 (accessibles à l'adresse open.canada.ca/fr) contient une série de tableaux qui illustrent la répartition des émissions nationales en fonction du secteur économique canadien d'où elles proviennent pour chaque année de la série chronologique (1990–2017), et la relation entre les catégories ou secteurs économiques et les catégories ou secteurs du GIEC. Chaque secteur économique canadien comprend toutes les émissions résultant de procédés liés à l'énergie et non liés à l'énergie. En particulier, le secteur pétrolier et gazier englobe toutes les émissions produites pendant l'extraction, la distribution, le raffinage et la valorisation des produits pétroliers et gaziers; le secteur de l'électricité englobe toutes les émissions produites par les services publics et le transport d'électricité pour les utilisateurs résidentiels, industriels et commerciaux; le secteur des transports englobe toutes les émissions provenant des tuyaux d'échappement des véhicules utilisés pour le transport national de passagers et de marchandises; le secteur des industries lourdes englobe toutes les émissions produites par l'exploitation minière des minerais métalliques et des minerais non métalliques, la fonte et l'affinage, et par la production et la transformation des biens industriels, comme le papier ou le ciment; le secteur des bâtiments englobe les émissions produites directement par les immeubles résidentiels et commerciaux; le secteur des déchets et autres englobe les émissions produites par les déchets solides et liquides et par l'incinération des déchets ainsi que les émissions provenant de la production de charbon, les activités de l'industrie légère, de la construction et de l'exploitation forestière; enfin, le secteur de l'agriculture englobe toutes les émissions produites par les activités agricoles, y compris celles liées à la consommation d'énergie par la machinerie agricole ainsi que celles liées aux productions végétales et à l'élevage. Des tableaux similaires pour les provinces et territoires sont fournis à l'annexe 12 (accessibles à l'adresse open.canada.ca/fr).

⁹ Le secteur des industries lourdes englobe les émissions produites par l'exploitation minière des minerais métalliques et des minerais non métalliques ainsi que celles attribuables à la fonte et l'affinage, aux pâtes et papiers, à la sidérurgie, au ciment, à la chaux et au gypse, aux produits chimiques et aux engrais.

2.4.1. Tendances des émissions par secteur économique du Canada

Pétrole et gaz

En 2017, le secteur pétrolier et gazier a été responsable de la plus grande part des émissions de GES au Canada (27 %). Entre 1990 et 2017, les émissions attribuables à ce secteur ont augmenté de 89 Mt. La majeure partie de cette augmentation (52 Mt) s'est produite entre 1990 et 2005 lorsque le secteur a pris de l'expansion et adopté de nouveaux procédés d'extraction. Toutefois, la croissance des émissions de GES dans ce secteur a fléchi entre 2005 et 2017, en raison de l'épuisement graduel des ressources pétrolières et gazières classiques au Canada (voir l'encadré).

Transports

Le secteur des transports arrive au deuxième rang des secteurs qui contribuent le plus aux émissions de GES du Canada; il était responsable de 24 % des émissions totales en 2017. Entre 1990 et 2010, les émissions ont augmenté de 48 Mt (39 %), mais depuis, les émissions du secteur se sont stabilisées. La section 2.3 présente une analyse des principaux facteurs des tendances des émissions passées associées au transport de personnes et de marchandises.

Électricité

En 2017, le secteur de l'électricité (en excluant la cogénération industrielle et commerciale) a contribué dans une proportion de 10 % aux émissions totales canadiennes. Les émissions associées à ce secteur ont augmenté parallèlement à la hausse de la demande d'électricité au pays et pour les exportations vers les États-Unis au début de la période de déclaration, mais ont diminué considérablement au cours des dernières années. La section 2.3 propose une analyse des principaux facteurs des tendances des émissions passées associées à la production d'électricité.

Industrie lourde

Les émissions associées au secteur de l'industrie lourde ont subi certaines variations au cours de la période de déclaration. Elles représentaient 16 % des émissions canadiennes totales en 1990, cette part diminuant à 12 % en 2005. Plus récemment, les émissions ont continué à diminuer à cause du ralentissement économique et de l'évolution continue de la production canadienne vers d'autres secteurs et services, ce qui s'est traduit par une diminution de 14 Mt entre 2005 et 2017.

Bâtiments

Les émissions de GES associées au secteur des bâtiments avaient augmenté à cause de la croissance démographique et du développement commercial, mais, comme dans tous les secteurs de l'économie, elles ont diminué pendant la période de récession de 2008–2009 et sont depuis demeurées relativement stables. Si l'utilisation résidentielle de combustible est demeurée relativement stable depuis 1990, les industries de service ont connu une croissance qui s'est traduite par une hausse des émissions de 74 Mt à 85 Mt (15 %).

Agriculture et déchets et autres

Les émissions dans le secteur de l'agriculture ont poursuivi lentement leur tendance à la hausse durant toute la période de déclaration, passant de 57 Mt en 1990 à 72 Mt en 2017. La hausse des émissions s'explique principalement par les augmentations enregistrées dans la production d'animaux d'élevage et les productions végétales. Les émissions du secteur des déchets et autres sont demeurées relativement stables. Les émissions globales ont diminué tout au long de la série chronologique, pour atteindre 42 Mt en 2017 comparativement au sommet de 52 Mt en 1990.

TENDANCES DANS LE SECTEUR PÉTROLIER ET GAZIER

Les émissions du secteur économique pétrolier et gazier du Canada comprennent les émissions fugitives, les émissions des procédés industriels et toutes les émissions liées à la combustion (sources de combustion fixes, transport hors route, production d'électricité et de vapeur par les services publics et les industries), à l'exclusion de la quantité de CO₂ capté, pour brosser un profil complet des émissions de l'industrie.

En 2017, les émissions de l'industrie pétrolière et gazière sont principalement imputables à la catégorie des sables bitumineux (81 Mt, ou 41 %), suivie de la production et du traitement du gaz naturel (50 Mt, ou 25 %), de la production de pétrole classique (31 Mt, ou 16 %) et du raffinage du pétrole (22 Mt, ou 11 %). Les principaux facteurs responsables des émissions dans le secteur pétrolier et gazier sont la croissance et l'intensité des émissions, définie comme la quantité moyenne d'émissions de GES générées par un baril équivalent de pétrole).

Croissance de la production

De 1990 à 2017, la production de pétrole brut total a fait un bond de 151 % (Statistique Canada [c, d]), presque entièrement attribuable à l'exploitation des sables bitumineux au Canada qui a contribué à presque 100 % de la croissance totale de la production, et dont la production totale (production de bitume non valorisé et de pétrole brut synthétique) a grimpé de presque 700 % depuis 1990, la majeure partie de cette croissance étant survenue depuis 1996 (AER, 2018). Concomitamment à ces hausses de production, les émissions provenant de la production de pétrole brut total affichent une progression de 73 Mt (environ 190 %), dont 65 Mt (420 %) uniquement pour les sables bitumineux.

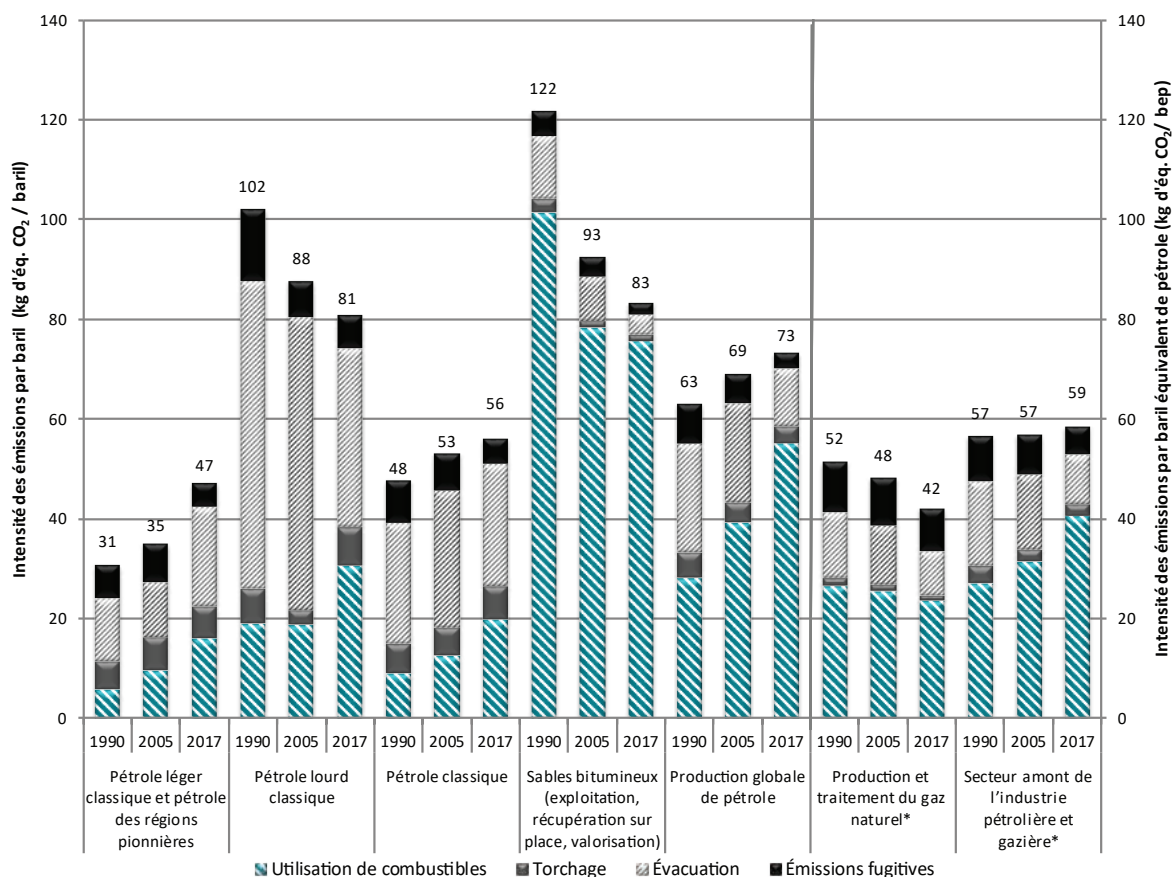
Intensité des émissions

L'intensité des émissions attribuables à la production globale de pétrole au Canada a crû d'environ 16 % entre 1990 et 2017, passant de 63 à 73 kg d'éq. CO₂ par baril (Figure 2-25). Les facteurs ayant contribué à cette tendance de l'intensité des émissions comprennent une réduction des réserves facilement exploitables de pétrole brut classique, qui s'accompagne d'une dépendance croissante envers les réserves qui nécessitent des méthodes d'extraction plus intensives en énergie et en GES. Ces sources comprennent notamment le bitume brut et les réserves de pétroles classiques plus lourds ou plus difficiles à extraire, telles que les réserves extracôtières ou les réserves nécessitant des méthodes de récupération assistée. L'utilisation accrue de puits horizontaux et de techniques de fracturation à plusieurs étapes contribue aussi à augmenter les émissions et la quantité d'énergie nécessaire pour les activités de forage et de complétion des puits (Allen et al., 2013).

Bien que la production croissante de pétrole extrait des sables bitumineux du Canada ait le plus influé sur l'intensité des émissions de la production de pétrole dans son ensemble, l'intensité des émissions attribuables à l'exploitation des sables bitumineux comme tels a diminué de façon constante de 1990 (122 kg d'éq. CO₂ par baril) jusqu'en 2005 environ (93 kg d'éq. CO₂ par baril). Depuis 2010, l'intensité des émissions découlant de l'exploitation des sables bitumineux est en déclin constant étant donné que l'industrie a réduit ses besoins en matière de combustion de combustibles pour chaque baril de pétrole extrait. Les émissions d'évacuation pour chaque baril extrait aux installations d'extraction de bitume in situ ont aussi diminué à la suite de la mise en place de la *Directive 060 : Upstream Petroleum Industry Flaring, Incinerating, and Venting* de l'Alberta (AER, 2014). De plus, au fil du temps, la production de bitume brut a connu une hausse sans que l'on ait recours à l'étape supplémentaire de traitement pour le transformer en pétrole brut synthétique (PBS),

ce qui a également contribué à la diminution de l'intensité de l'ensemble des émissions. Cette situation s'est surtout vérifiée entre 2010 et 2017, alors que la production de bitume non valorisé a augmenté de plus de 125 % et que la production de pétrole brut synthétique a seulement augmenté de 28 %. L'énergie supplémentaire nécessaire pour traiter le bitume brut (ainsi que les émissions qui en résultent) est donc dépensée en aval, dans les raffineries des marchés étrangers où le bitume est traité. Depuis 2015, les émissions de CO₂ produites par les usines de production d'hydrogène au Scotford Upgrader ont été captées et transportées à un site d'entreposage sous-terrain. En 2017, 1,14 Mt de CO₂ a été capté au Scotford, d'où une réduction de l'intensité des émissions de l'ensemble de l'exploitation des sables bitumineux d'environ 1,4 %.

Figure 2-25 **Intensité des émissions selon le type de source pour le pétrole et le gaz (1990, 2005 et 2017)**



Notes :

L'intensité est basée sur les émissions totales des sous-secteurs et les quantités pertinentes de production. Elle correspond à une moyenne globale, et non aux intensités des émissions issues d'installations précises.

*Calculé sur la base d'un baril d'équivalent pétrole (bep). Cet équivalent est obtenu en convertissant les volumes de production de gaz naturel et de pétrole brut en unités énergétiques, puis en divisant le résultat par la teneur énergétique du pétrole brut léger.

1 baril = 0.159 m³

Données de production : Statistique Canada, c, d (1991-2018) et AER (2018).

Tableau 2–12 Détails des tendances des émissions de GES par secteur économique canadien¹

	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Mt d'éq. CO ₂							
TOTAL NATIONAL DES GES	602	730	711	722	723	722	708	716
Pétrole et gaz	106	158	176	186	193	192	187	195
Industrie amont du pétrole et du gaz	86	134	153	162	171	169	165	171
Production et traitement du gaz naturel	35	57	54	56	55	52	51	50
Production de pétrole classique	23	30	31	33	38	36	30	31
Production de pétrole léger classique	11	11	14	16	19	19	16	18
Production de pétrole lourd classique	12	17	15	15	17	16	13	12
Production de pétrole des régions pionnières	0	2	1	2	2	2	2	2
Sables bitumineux (exploitation, extraction sur place, valorisation)	15	36	60	65	68	71	73	81
Exploitation minière et extraction	4	9	12	13	14	14	15	16
Extraction sur place	5	11	25	27	30	33	37	42
Valorisation	6	16	23	24	24	23	21	22
Transport du pétrole, du gaz naturel et du CO ₂	12	12	8	9	10	10	11	10
Industrie aval du pétrole et du gaz	20	23	24	24	23	22	23	23
Raffinage du pétrole	18	22	23	23	21	21	22	22
Distribution du gaz naturel	2	1	1	1	1	1	1	1
Électricité	94	119	84	81	78	81	76	74
Transports	122	162	172	175	173	174	174	174
Transport de passagers	71	90	89	91	89	92	95	94
Voitures, camions légers et motocyclettes	64	82	80	82	81	83	87	85
Transport par autobus, train et transport aérien intérieur	7	8	9	9	8	8	8	8
Transport de marchandises	32	62	75	76	75	73	71	72
Camions lourds, trains	26	54	68	70	69	68	66	66
Transport aérien et transport maritime intérieurs	6	8	7	6	6	6	5	5
Autres : à des fins récréatives, commerciales et résidentielles	18	10	8	8	8	9	9	9
Industries tributaires du commerce et à forte intensité d'émissions	97	87	80	78	78	77	76	73
Exploitation minière	7	7	9	8	8	8	7	7
Fonte et raffinage (métaux non ferreux)	17	14	10	11	10	10	10	11
Pâtes et papiers	15	9	7	7	7	7	7	7
Sidérurgie	16	16	17	15	16	15	15	16
Ciment	10	13	11	10	10	10	10	11
Chaux et gypse	3	3	3	2	3	2	2	2
Produits chimiques et engrais	29	24	25	25	25	25	24	20
Bâtiments	74	86	86	86	88	86	82	85
Industrie des services	28	40	43	41	42	41	41	42
Résidentiel	47	46	43	45	47	45	41	43
Agriculture	57	72	70	72	71	71	72	72
Utilisation de combustibles à la ferme	11	12	13	13	13	13	13	12
Cultures	15	16	21	23	22	23	23	24
Élevage	32	44	36	36	36	35	36	36
Déchets et autres	52	47	42	43	42	42	41	42
Déchets	19	20	18	18	19	19	19	19
Production de charbon	4	2	3	3	2	2	2	2
Industrie manufacturière légère, construction et exploitation forestière	28	24	22	22	21	21	20	21

Notes :

1. Veuillez-vous reporter à l'annexe 10 pour une description plus complète de la relation entre ces secteurs d'activité économique et les secteurs et catégories du GIEC. Cette annexe présente des tableaux détaillés indiquant la correspondance entre les émissions attribuées aux deux ventilations.

Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

Les émissions de GES nationales allouées aux secteurs économiques canadiens sont énumérées à l'annexe 11 du présent rapport.

Les estimations présentées ici sont constamment améliorées. Les émissions historiques pourront faire l'objet de changements dans les publications futures, à mesure que de nouvelles données deviendront disponibles et que des méthodes et des modèles seront mis au point et améliorés.

CHAPITRE 3

ÉNERGIE (SECTEUR 1 DU CUPR)

3.1. Aperçu	62
3.2. Activités de combustion de combustibles	64
3.3. Émissions fugitives	83
3.4. Transport et stockage du CO ₂	94
3.5. Autres questions	96

3.1. Aperçu

En 2017, le secteur de l'énergie a produit 583 Mt d'éq. CO₂ (81 %) des émissions totales de GES du Canada (Tableau 3-1). Le secteur de l'énergie comprend toutes les émissions de GES (dioxyde de carbone (CO₂), de méthane (CH₄) et d'oxyde nitreux (N₂O) provenant de la combustion de combustibles, des sources fugitives ainsi que des activités de captage, de transport et de stockage du carbone¹.

Les émissions produites par la combustion de combustibles de sources fixes englobent l'utilisation de combustibles fossiles et de biomasse (à l'exception de la tourbe) par l'industrie productrice d'électricité, l'industrie du pétrole et du gaz, les industries manufacturières et de la construction et les secteurs résidentiel et commercial. À l'heure actuelle, la tourbe n'est pas utilisée comme combustible au Canada et les émissions associées à la production de tourbe à des fins non énergétiques sont déclarées

au chapitre 6.1, qui porte sur le secteur de l'ATCATF. En ce qui concerne les combustibles de biomasse qui ont été brûlés, comme le bois de chauffage résidentiel et la liqueur résiduaire, seules les émissions de CH₄ et de N₂O sont incluses dans les estimations du secteur de l'énergie, tandis que les émissions de CO₂ résultant de la combustion de biomasse figurent pour mémoire dans les tableaux du cadre uniformisé de présentation des rapports (CUPR).

Les émissions de GES résultant de la combustion (et de l'évaporation) de combustibles dans le cadre de toutes les activités de transport, comme le transport ferroviaire, aérien et maritime (intérieur), routier, par pipelines et par d'autres moyens de transport (hors route), sont incluses dans la catégorie des transports. Les émissions des combustibles de soute internationaux pour le transport aérien et maritime sont également indiquées comme poste pour mémoire dans les tableaux du CUPR. Les émissions hors route provenant des véhicules et de la machinerie figurent dans des catégories de sources mobiles distinctes des industries manufacturières et de la construction (1.A.2) ou dans les autres

1 Les émissions dues à l'utilisation des combustibles fossiles à des fins non énergétiques sont attribuées au secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits.

Tableau 3-1 Émissions de GES du secteur de l'énergie												
Catégorie de source de GES	Émissions de GES (Kt d'éq. CO ₂)											
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Secteur de l'énergie	479 000	519 000	600 000	595 000	569 000	576 000	578 000	589 000	594 000	592 000	575 000	583 000
Activités de combustion de combustibles (1.A)	431 000	456 000	531 000	534 000	514 000	521 000	520 000	529 000	531 000	532 000	520 000	528 000
Industries énergétiques (1.A.1)	147 000	155 000	207 000	208 000	195 000	193 000	197 000	199 000	200 000	204 000	200 000	203 000
Industries manufacturières et construction (1.A.2)	71 400	74 100	72 600	63 900	60 400	63 800	62 400	63 300	63 000	62 200	59 100	60 300
Transports (1.A.3)	126 000	132 000	153 000	167 000	169 000	169 000	171 000	175 000	173 000	174 000	175 000	174 000
Autres secteurs (1.A.4)	86 000	94 500	97 900	95 500	89 500	95 300	88 900	91 700	95 200	91 200	86 500	89 600
Émissions fugitives découlant de combustibles (1.B)	49 000	64 000	69 000	61 000	55 000	55 000	59 000	61 000	63 000	60 000	55 000	56 000
Transport et stockage du CO₂ (1.C)	NE	NE	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,1	0,2	0,3	0,3
Notes :												
Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.												
NE = Non existant												

secteurs (1.A.4) conformément aux catégories du CUPR. Il convient de noter que les émissions présentées dans le chapitre 3 sont réparties selon les catégories du CUPR/GIEC qui ne sont pas les mêmes que les catégories des tableaux sommaires dans le chapitre 2 aux annexes 9 et 11 en raison de la réattribution des émissions liées au transport hors route. Dans le chapitre 3, de telles émissions sont incluses sous Industries manufacturières et construction (1.A.2) ou Autres secteurs (1.A.4) en plus de la catégorie Autres transports.

Les émissions fugitives attribuables à l'industrie des combustibles fossiles sont les rejets délibérés (p. ex. évacuation) ou accidentels de GES (p. ex. fuites et accidents) qui peuvent résulter des activités de production, de transformation, de transport et d'entreposage des combustibles. Les émissions fugitives de la catégorie des combustibles incluent les émissions provenant des activités de torchage de l'industrie du pétrole et du gaz, étant donné que leur but n'est pas de produire de la chaleur ni de générer du travail mécanique (GIEC, 2006).

Le CO₂ provenant de certaines installations (p. ex. production d'électricité et raffinage et valorisation du pétrole) est désormais capté et transmis à des fins de stockage géologique à long terme ou de récupération assistée des hydrocarbures (RAH) pendant les activités d'extraction. Les volumes captés figurent dans la catégorie à laquelle ils appartiennent. La catégorie 1.C du CUPR comprend les émissions de CO₂ rejetées dans l'atmosphère par l'infrastructure de pipelines/de distribution de CO₂ et par l'équipement d'injection utilisé pour le stockage géologique à long terme. Les estimations des émissions fugitives de la catégorie 1.B du CUPR incluent les émissions découlant de l'utilisation de CO₂ dans le cadre des activités de RAH.

Plusieurs nouveaux calculs ont été effectués en raison des améliorations continues apportées à la

méthodologie et de la révision des données sur les activités. Tableau 3-2 présente un résumé de l'ampleur des changements causés par les nouveaux calculs pour les émissions de GES du secteur de l'énergie.

De manière générale, les nouveaux calculs ont entraîné une augmentation de 2,9 Mt par rapport à la valeur figurant dans le rapport de l'année dernière pour 2016. De nouveaux calculs ont été faits en raison de ce qui suit :

Données sur les activités : la révision des données dans le Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada (BDEEC) entraîne habituellement de nouveaux calculs de la plupart des sources de combustion. La révision des données sur les activités font suite à des contrôles de la qualité, de la collecte de données révisées ou de nouveaux renseignements, ou à l'amélioration des renseignements sur le bilan énergétique :

- les données révisées du BDEEC de 2016 ont été intégrées (selon la pratique standard) afin de mettre à jour les données² préliminaires de 2016 utilisées dans l'inventaire national de l'année dernière;
- la révision des données du BDEEC de 2005–2016 sur le gaz naturel, le charbon, le coke de pétrole et le gaz de distillation ont été révisées pour tenir compte des erreurs relevées dans les données historiques;
- la révision des données du BDEEC de 2005–2015 sur le butane, le propane et l'éthane doit correspondre à la méthode d'attribution appliquée pour les données de 2016 étant donné que l'ensemble de données disponibles ne fait pas de distinction claire entre les sources (c'est-à-dire les liquides du gaz naturel et les gaz de combustion des raffineries);

2 Statistique Canada publie annuellement une version finale révisée des données (préliminaires) sur l'énergie de l'année précédente. Les données actuelles sur l'énergie pour 2017 sont des données préliminaires qui devraient être révisées à la fin de 2019.

Catégories du GIEC	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1 Secteur de l'énergie	Émissions des GES (Mt d'éq. CO ₂)										
Rapport d'inventaire de 2017	481	521	601	595	570	573	574	584	588	585	572
Rapport d'inventaire de 2018	479	519	600	595	569	576	578	589	594	592	575
Changement total découlant des recalculs	-1,2	-1,3	-0,9	-0,6	-1,2	3,4	4,2	5,6	6,1	0,0	2,9
1.A—Combustion de combustibles	-1,2	-0,9	-0,4	-0,7	-1,5	3,4	3,7	5,1	6,5	7,8	3,9
1.B—Émissions fugitives; 1.C—Transport et stockage de CO ₂	0,0	-0,4	-0,5	0,1	0,4	0,0	0,5	0,6	-0,4	-0,9	-1,0

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

- la révision des données du BDEEC de 2016 sur l'essence à moteur, le diesel, l'essence d'aviation et les carburéacteurs (le cas échéant) pour le Nunavut et les Territoires du Nord-Ouest, est fondée sur de nouvelles sources de données pour ces régions qui provenaient de fournisseurs de carburant et qui ont été comparées aux données des gouvernements territoriaux;
- la mise à jour de la méthode appliquée pour régler un problème d'attribution pour les données sur le carburéacteur d'aviation de 2015 et de 2016 et corriger une erreur relative aux données de 2016 sur le diesel pour l'exploitation minière au Yukon;
- la mise à jour de la méthode appliquée pour régler un problème d'attribution pour les données sur le carburéacteur d'aviation de 2015 et de 2016 et corriger une erreur relative aux données de 2016 sur le diesel pour l'exploitation minière au Yukon;
- la révision des volumes de gaz d'enfouissement pour 1990-2016 tirés du secteur des déchets (consulter la section 7.2.5 du chapitre 7 pour obtenir plus de détails);
- la révision des volumes de gaz torchés pour 1990-2000 qui ont été soustraits de la consommation des producteurs de gaz naturel pour éviter qu'ils soient comptés en double (consulter la section A3.2.2.7 de l'annexe 3 pour obtenir plus de détails sur cette méthode);
- la révision des diverses données sur les activités utilisées dans les modèles des émissions fugitives du secteur pétrolier et gazier (se reporter à l'analyse sur les nouveaux calculs à la section 3.3.2 pour obtenir plus de détails);
- des mises à jour mineures ont été apportées aux volumes de gaz naturel torché qui découlent de la révision des estimations des émissions de gaz torchés de 1990-2009, comme il est indiqué à la section 3.3.2.5;
- des mises à jour mineures ont été apportées aux taux d'utilisation de l'équipement dans le secteur hors route, notamment pour les motoneiges et le matériel d'exploitation des sables bitumineux (se reporter à l'analyse de la section 3.2.6.5 pour obtenir plus de détails).

Méthodologie : la modification des méthodes suivantes a donné lieu à de nouveaux calculs :

- les données sur la consommation de combustibles de 1990-2016 à l'échelle nationale ont été révisées afin d'utiliser la somme des données provinciales du BDEEC plutôt que les données pour l'ensemble du Canada du BDEEC;
- compte tenu des limites des données sur les activités, les combustibles achetés consommés dans le cadre des activités de l'industrie pétrolière et gazière qui avaient été attribuées précédemment à la sous-catégorie de Exploitation de mines (à l'exclusion des combustibles) et exploitation de carrières des Industries manufacturières et construction, ont été déplacés dans la sous-catégorie Fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques;
- une nouvelle méthode a été élaborée pour estimer les émissions provenant de puits de pétrole et de gaz abandonnés et a été intégrée aux estimations des émissions fugitives (consulter la section A3.2.2.6 de l'annexe 3 pour obtenir plus de détails);
- la révision des estimations des émissions fugitives pour l'industrie de l'extraction des sables bitumineux et de la valorisation du pétrole/bitume lourd a été intégrée à l'inventaire (consulter la section A3.2.2.5 à l'annexe 3 pour obtenir plus de détails);
- la combustion des déchets municipaux solides à des fins de production d'énergie a été réattribuée du secteur de l'incinération des déchets au secteur de l'énergie (consulter la section A3.6.3 à l'annexe 3 pour obtenir plus de détails).

Chaque section du chapitre 3 contient des détails sur les nouveaux calculs propres à chaque catégorie, tandis que le chapitre 8 résume les nouveaux calculs pour tous les secteurs.

3.2. Activités de combustion de combustibles (catégorie 1. A du CUPR)

Les sources d'émissions de la catégorie des activités de combustion de combustibles comprennent toutes les émissions découlant de la combustion de combustibles fossiles. Parmi les principales catégories

figurent les industries énergétiques, les industries manufacturières et de la construction, les transports et d'autres secteurs (ce qui comprend les sous-catégories des secteurs résidentiel et commercial). L'annexe 3.1, Méthodologie et données employées pour estimer les émissions dues à la combustion de combustibles fossiles, présente les méthodes employées pour calculer les émissions découlant de la combustion de combustibles. Elles sont conformes à la méthode de niveau 2 des Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (Lignes directrices du GIEC, 2006), aux coefficients et aux paramètres d'émission propres au pays.

En 2017, la combustion de combustibles fossiles et de biomasse a généré environ 528 Mt (73,8 %) d'émissions de GES au Canada (Tableau 3-1). Les émissions globales de GES attribuables aux activités de combustion de combustibles ont augmenté de 22,6 % depuis 1990. Entre 1990 et 2017, les émissions des industries énergétiques (1.A.1), des industries manufacturières et de la construction (1.A.2) et d'autres secteurs (1.A.4) ont augmenté de 16,1 % (49 Mt) et les émissions de la catégorie des transports (1.A.3), de 38,1 % (48,2 Mt) (Figure 3-1).

3.2.1. Comparaison entre la méthode sectorielle et la méthode de référence

Les résultats de l'analyse de la méthode de référence et de la méthode sectorielle montre une variation générale de -1,35 % à 2,06 % dans les émissions (consulter le tableau A4-1). On trouve à l'annexe 4 une explication exhaustive de ce sujet.

3.2.2. Combustibles de soute internationaux

Les émissions provenant des combustibles vendus aux fins du transport international maritime et aérien sont estimées et déclarées séparément à la catégorie

Combustibles de soute internationaux, d'après les lignes directrices 2006 du GIEC et les directives sur la préparation de rapports de la CCNUCC.

3.2.2.1. Aviation internationale (catégorie 1.D.1.a du CUPR)

Les émissions (Tableau 3-3) ont été calculées d'après les mêmes méthodes présentées à la section sur le transport aérien intérieur (section 3.2.6.2). Les données sur la consommation de combustible sont fournies dans le *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* (BDEEC) (Statistique Canada, 1990 —), qui indique si le combustible est vendu à des transporteurs aériens de l'intérieur ou de l'extérieur du pays. Toutefois, dans le modèle des émissions de gaz à effet de serre de l'aviation (MEGESA), les déplacements d'avions vol par vol sont utilisés pour déterminer si l'étape d'un vol est intérieure ou internationale. Cette méthode améliore grandement l'attribution entre les vols intérieurs et internationaux.

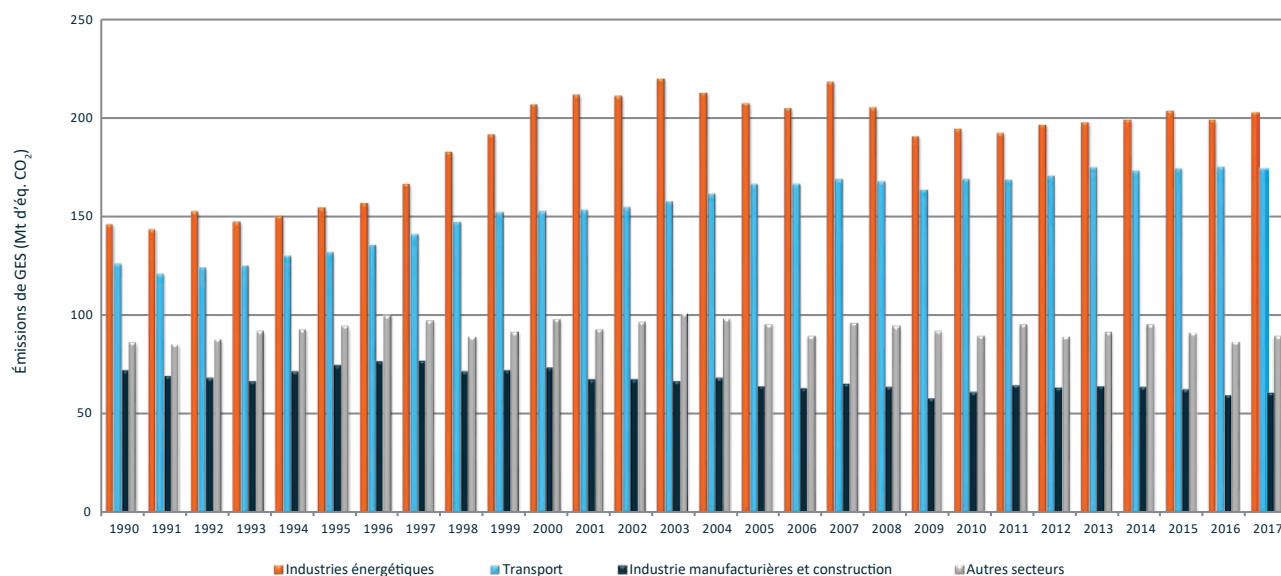
Il faut user de prudence lorsqu'on compare les estimations de cette catégorie à celles déclarées par l'Agence internationale de l'énergie (AIE). La méthode employée dans l'inventaire national fait appel à des données détaillées sur les déplacements intérieurs et internationaux, basées sur l'origine et la destination des vols. Les valeurs de consommation de carburant (réparties entre le secteur intérieur et le secteur international) déclarées à l'AIE par le Canada reposent sur l'hypothèse que tout le carburant vendu aux transporteurs canadiens est du carburant intérieur, et que tout le carburant vendu aux transporteurs étrangers est du carburant international. Considérant qu'une bonne partie des déplacements effectués par les transporteurs canadiens sont de nature internationale et que les exigences de déclaration relatives à ces deux rapports distincts (CCNUCC et AIE) ne concordent pas, les valeurs déclarées ne concorderont pas non plus.

Tableau 3-3 Émissions de GES du transport aérien intérieur et international

Catégories de source de GES	Émissions de GES (Kt d'éq. CO ₂)								
	1990	2005	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Transport aérien international	6 150	10 200	9 710	11 000	11 400	11 400	11 900	12 500	13 000
Transport aérien intérieur	7 180	7 620	6 330	7 300	7 570	7 220	7 140	7 080	7 100
Total	13 300	17 800	16 000	18 300	19 000	18 600	19 000	19 600	20 100

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

Figure 3-1 Émissions de GES attribuables à la combustion de combustibles



3.2.2.2. Transport maritime international (catégorie 1.D.1.b du CUPR)

Les émissions (Tableau 3-4) ont été calculées d'après les mêmes méthodes présentées à la section sur le transport maritime intérieur (section 3.2.6.2). Les données sur la consommation de combustible sont fournies dans le BDEEC pour les lignes maritimes étrangères. Il est difficile de savoir, dans le cas des combustibles marins, si l'ensemble du carburant vendu aux transporteurs étrangers au Canada est utilisé aux fins du transport international. Mais surtout, le carburant vendu aux transporteurs de l'intérieur n'est pas consommé en totalité au pays, ce qui complique l'établissement d'estimations précises des émissions.

3.2.3. Matières premières et utilisation des combustibles à des fins non énergétiques

Autre que la combustion en vue de la production de chaleur ou de travail, les combustibles fossiles sont également utilisés à des fins non énergétiques, par exemple dans la réduction du minerai de fer ou la fabrication de cires, de solvants et de lubrifiants et comme matières premières (notamment pour la production d'engrais, de caoutchouc, de plastiques et de fibres synthétiques). Les émissions provenant de l'utilisation de combustibles fossiles à des fins non énergétiques sont incluses dans le secteur des procédés industriels et de l'utilisation de produits (chapitre 4 du présent rapport).

Tableau 3-4 Émissions de GES du transport maritime intérieur et international

Catégories de source de GES	Émissions de GES (Kt d'éq. CO ₂)								
	1990	2005	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Transport maritime international	3 060	3 050	1 730	1 420	1 500	1 260	853	1 170	1 190
Transport maritime intérieur	4 780	6 370	5 590	5 580	5 210	4 790	4 660	3 580	4 380
Total	7 840	9 420	7 320	7 000	6 720	6 050	5 520	4 750	5 580

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

3.2.4. Industries énergétiques (catégorie 1.A.1 du CUPR)

3.2.4.1. Description de la catégorie de source

La catégorie des industries énergétiques comporte trois sous-catégories : Production d'électricité et de chaleur dans le secteur public, Raffinage du pétrole et Fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques.

En 2017, cette catégorie a représenté 203 Mt (28 %) des émissions totales de GES du Canada, une hausse de 38,5 % des émissions totales de GES depuis 1990. La sous-catégorie de la production d'électricité et de chaleur dans le secteur public a représenté 38,7 % (78,6 Mt) des émissions de GES des industries énergétiques, tandis que les sous-catégories du raffinage du pétrole, de la fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques y ont contribué dans une proportion de 9,0 % (18,2 Mt) et de 52,4 % (106 Mt) respectivement (Tableau 3-5). Le chapitre consacré aux tendances des émissions (chapitre 2) comprend d'autres analyses des tendances des émissions de la catégorie des industries énergétiques.

La catégorie des industries énergétiques comprend toutes les émissions de GES de sources fixes de combustion de combustibles du secteur des services publics de production d'électricité et de la production combinée de chaleur et d'électricité ainsi que de la production, de la transformation et du raffinage des combustibles fossiles.

Même si elles sont en réalité attribuables aux industries énergétiques, les émissions provenant

des activités d'évacuation et de torchage liées à la production, à la transformation et au raffinage des combustibles fossiles sont déclarées comme des émissions fugitives (se reporter à la section 3.3 Émissions fugitives imputables aux combustibles [catégorie 1.B du CUPR]).

Production d'électricité et de chaleur dans le secteur public (catégorie 1.A.1.a du CUPR)

Selon les Lignes directrices 2006 du GIEC, la sous-catégorie de la production d'électricité et de chaleur dans le secteur public comprend les émissions de GES attribuables à la production d'électricité et de chaleur par la combustion de combustibles dans les centrales thermiques du secteur public ou les centrales thermiques privées dont l'activité principale est de fournir de l'électricité à la population. Les émissions estimées de GES de cette sous-catégorie n'incluent pas les émissions issues de la production industrielle d'énergie, ces émissions étant plutôt été attribuées à des secteurs industriels spécifiques de la catégorie des industries manufacturières et de la construction.

Le réseau de distribution d'électricité au Canada comprend la production d'électricité par combustion, de même que l'hydroélectricité et les filières nucléaires et d'autres énergies renouvelables (éolienne, solaire et marémotrice). La quantité totale d'énergie d'origine éolienne, marémotrice et solaire est faible comparée à celle produite par les importantes installations hydroélectriques et nucléaires du Canada. Les centrales nucléaires, hydroélectriques, éoliennes, solaires et marémotrices produisent peu de GES, qui proviennent généralement des génératrices au

Tableau 3-5 Contribution des industries énergétiques à la production de GES

Catégories de source de GES	Émissions de GES (Kt d'éq. CO ₂)											
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Industries énergétiques TOTAL (1.A.1)	147 000	155 000	207 000	208 000	195 000	193 000	197 000	199 000	200 000	204 000	200 000	203 000
Génération d'électricité et de chaleur dans le secteur public	94 300	98 500	132 000	125 000	102 000	94 200	91 000	87 200	84 300	87 000	81 300	78 600
Raffinage du pétrole	17 400	16 300	17 300	20 200	19 100	18 300	19 500	18 400	17 800	17 800	18 100	18 200
Fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques ¹	35 200	40 500	58 300	63 000	74 100	80 600	87 000	92 900	97 700	99 300	100 000	106 000

Notes :

1. Conformément aux tableaux agencés selon le Cadre uniformisé de présentation des rapports de la CCNUCC, Fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques comprend les émissions de combustion fixes attribuables aux mines de charbon. Cependant, dans les annexes 9 et 11, ces émissions sont comprises dans la catégorie Exploitation de mines.

Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

diesel servant de source d'énergie de relève. Dans le cas des centrales nucléaires, les opérations de production et de transformation du combustible d'uranium ont lieu dans des usines distinctes; toutes les émissions de GES associés à ces usines sont déclarées sous Industries manufacturières et construction. Les estimations de GES de la sous-catégorie de la production d'électricité et de chaleur dans le secteur public correspondent donc uniquement aux émissions de la production d'électricité par combustion. La production de vapeur et les moteurs à combustion interne sont les principaux systèmes qui servent à générer de l'électricité par des procédés thermiques. Les chaudières à turbine à vapeur sont alimentées au charbon, au coke du pétrole, aux produits pétroliers raffinés (PPR), au gaz naturel ou à la biomasse. Les moteurs alternatifs peuvent consommer du gaz naturel ou une combinaison de PPR. De plus, les turbines à gaz sont aussi alimentées au gaz naturel ou aux PPR.

Raffinage du pétrole (catégorie 1.A.1.b du CUPR)

La sous-catégorie du raffinage du pétrole comprend les émissions dues à la production de produits pétroliers à partir de matières premières brutes. Le brut conventionnel ou synthétique est transformé en produits pétroliers, comme du mazout lourd, du mazout résidentiel, du carburant d'aviation, de l'essence et du carburant diesel, par distillation et par d'autres procédés. Ces procédés utilisent la chaleur de la combustion de combustibles générés à l'interne (comme les gaz de distillation et le coke de pétrole) ou de combustibles achetés (comme le gaz naturel). La catégorie des émissions fugitives découlant des combustibles (section 3.3) inclut le CO₂ qui est un sous-produit de la production d'hydrogène dans le reformage à la vapeur du gaz naturel, ainsi que d'autres émissions fugitives provenant d'opérations de raffinage.

Fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques (catégorie 1.A.1.c du CUPR)

La sous-catégorie de la fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques comprend les émissions fixes attribuables à la combustion des combustibles des industries dans le cadre de la

production de pétrole brut et de gaz naturel, de l'exploitation des sables bitumineux, de l'extraction et de la valorisation du bitume et de l'exploitation de la houille. Les émissions attribuables au transport par pipeline sont déclarées dans la sous-catégorie du transport par pipeline (1.A.3.e.i) et les émissions du transport hors route dans les industries de l'extraction minière et de l'extraction du pétrole et du gaz sont inscrites dans la catégorie des industries manufacturières et de la construction—Véhicules hors route et autre machinerie (1.A.2.g.vii).

Les installations de valorisation sont chargées de produire du pétrole brut synthétique à partir de la matière première constituée par le bitume issu du traitement des sables bitumineux, de l'extraction et des activités de récupération *in situ* (p. ex. l'extraction thermique). La composition en hydrocarbures du brut synthétique (ou valorisé) est semblable à celle du brut conventionnel, qui peut être raffiné pour donner des produits pétroliers raffinés comme l'essence et le carburant diesel. Les installations de valorisation utilisent également du gaz naturel ainsi que des combustibles produits à l'interne comme les gaz de distillation et le coke de pétrole, ce qui entraîne à la fois des émissions de combustion et des émissions fugitives.

3.2.4.2. Questions de méthodologie

La méthodologie décrite à l'annexe 3.1 permet de calculer les émissions de toutes les catégories de sources principalement à partir des données sur la consommation de combustibles présentées dans le *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* (Statistique Canada, 1990—). La méthode est conforme à la méthode de niveau 2 du GIEC en ce qui concerne les coefficients d'émission propres au pays.

Production d'électricité et de chaleur dans le secteur public (catégorie 1.A.1.a du CUPR)

Statistique Canada établit une distinction dans les données sur l'utilisation des combustibles, présentées dans le BDEEC, entre la production d'électricité par les industries et la production d'électricité par les services publics, mais regroupe les données sur la production d'électricité par les industries dans une seule catégorie intitulée Transformé en énergie électrique—Industrie. Les émissions de GES dues

à la production d'électricité industrielle ont été réattribuées selon leurs sous-catégories industrielles respectives d'après les renseignements détaillés fournis par l'industrie qui soutiennent les données du BDEEC. Se reporter à l'annexe 3.1 pour des détails sur la méthodologie.

Les Lignes directrices 2006 du GIEC divisent la sous-catégorie Production d'électricité et de chaleur dans le secteur public en trois autres sous-catégories : Production d'électricité (1.A.1.a.i), Production combinée de chaleur et d'électricité (1.A.1.a.ii) et Centrales de production de chaleur (1.A.1.a.iii). Les données sur la consommation de combustibles du BDEEC de Statistique Canada ne font pas de distinction en fonction de ces sous-catégories, et sont plutôt rassemblées en une seule catégorie intitulée Transformé en énergie électrique—Services. Les émissions de GES de la catégorie Transformée en énergie électrique—Services du BDEEC sont réparties dans les sous-catégories du CUPR de la production d'électricité et de la production combinée de chaleur et d'électricité, selon les données d'entrée³ du BDEEC. Se reporter à l'annexe 3.1 pour des détails sur la méthodologie.

Les données sur la consommation de combustibles de Statistique Canada comprennent les déchets ligneux industriels et les liqueurs résiduaires consommés à des fins énergétiques, et sont cumulées en un seul total national. Les émissions de CH₄ et de N₂O issues de la combustion de la biomasse ont été réattribuées à leurs catégories respectives d'après les données du BDEEC. Les émissions de CO₂ issues de la combustion de la biomasse ne sont pas incluses dans les totaux, mais sont plutôt déclarées séparément dans les tableaux du CUPR de la CCNUCC comme poste pour mémoire.

Raffinage du pétrole (catégorie 1.A.1.b du CUPR)

Le calcul des émissions pour cette sous-catégorie tient compte de toute l'utilisation de combustibles attribuable au secteur du raffinage du pétrole et inclut tous les produits pétroliers déclarés comme consommation des producteurs ou consommation personnelle et achats de gaz naturel comme

combustible par les raffineries. Dans le BDEEC, les données sur la combustion des combustibles comprennent les combustibles brûlés par torchage; toutefois, les émissions du torchage sont calculées et déclarées séparément dans la catégorie Émissions fugitives imputables aux combustibles. Afin d'éviter la double comptabilisation, on a soustrait les données sur l'utilisation de combustibles et sur les émissions produites par le torchage. Pour plus de détails, se reporter à la section A3.2.2.7 de l'annexe 3.2.

Fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques (catégorie 1.A.1.c du CUPR)

Pour cette sous-catégorie, on calcule les émissions en prenant en compte toute l'utilisation des propres combustibles des producteurs de combustibles fossiles. Dans le BDEEC, les données sur la combustion des combustibles comprennent les combustibles brûlés par torchage; toutefois, les émissions du torchage sont calculées et déclarées séparément dans la section des émissions fugitives. On a soustrait des sources de combustion fixes les données sur l'utilisation de combustibles et les émissions du torchage afin d'éviter la double comptabilisation. Pour plus de détails, se reporter à la section A3.2.2.7, de l'annexe 3.2.

Les producteurs de combustibles fossiles brûlent souvent du gaz naturel non marchand non traité. Celui-ci a un coefficient d'émissions de CO₂ plus élevé que celui du gaz naturel marchand (se reporter à l'annexe 6), étant donné qu'il contient un plus grand pourcentage d'hydrocarbures complexes, ce qui se solde par une teneur élevée en carbone. De même, la teneur en énergie du gaz naturel non marchand est supérieure à celle du gaz naturel marchand.

3.2.4.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

La plage d'incertitude estimative de la catégorie des industries énergétiques est de ± 4 % pour le CO₂, le CH₄ et N₂O combinés et de ± 3 % pour le CO₂ seul.

Le degré d'incertitude attribué à la catégorie Industries énergétiques est fonction des méthodes de collecte des données sur les activités, ainsi que de la représentativité des coefficients d'émission propres à chaque type de combustible. On

3 Les « données d'entrée » du BDEEC sont les données tirées d'enquêtes qui alimentent le BDEEC. (Le BDEEC regroupe et résume les données de ces enquêtes.)

connaît généralement très bien les volumes et les propriétés des combustibles commerciaux, tandis que le degré d'incertitude est plus grand lorsqu'il s'agit des quantités déclarées et des propriétés de combustibles non commercialisables (comme l'utilisation par le producteur du gaz naturel provenant des puits de production et la consommation des gaz de distillation). Par exemple, dans la sous-catégorie du raffinage du pétrole, les coefficients d'émission de CO₂ pour les combustibles non commercialisables, comme les gaz de distillation, le coke de pétrole et le coke catalytique, influent plus grandement sur l'estimation de l'incertitude que les coefficients d'émission de CO₂ des combustibles commerciaux. Les coefficients d'émission de CO₂ pour le charbon ont été établis à l'aide de méthodes statistiques et d'intervalles de confiance à 95 %.

L'incertitude estimative des émissions de CH₄ (± 125 %) et de N₂O (± 204 %) de la catégorie des industries énergétiques est fonction du degré d'incertitude des coefficients d'émission (ICF Consulting, 2004). Il faut solliciter les explications d'experts pour améliorer le degré estimatif d'incertitude associé aux émissions de CH₄ et de N₂O de certaines des fourchettes des coefficients d'émission et des fonctions de densité de probabilité élaborées par ICF Consulting. Les estimations relatives à la catégorie des industries énergétiques sont uniformes dans le temps et sont calculées selon la même méthode. La section 3.2.4.5, Recalculs, renferme une analyse des données sur les activités du BDEEC.

Environ 38 % des émissions générées en 2017 par la sous-catégorie de la fabrication des combustibles solides et des autres industries énergétiques sont dues à la consommation de gaz naturel non marchand dans les industries de la production et de la transformation du gaz naturel, de l'extraction de pétrole conventionnel et de l'extraction de bitume *in situ*. L'estimation du degré d'incertitude pour les émissions provenant de la combustion de ce combustible subit l'influence des incertitudes liées aux coefficients d'émission de CO₂ (± 6 %) et de CH₄ (de 0 % à 240 %) pour la consommation de gaz naturel brut. Les estimations des émissions dans l'industrie du gaz naturel utilisées ont été pondérées à l'échelle provinciale, car on ne disposait pas des données au niveau des usines sur la composition physique du gaz naturel brut (qui peut varier d'une usine à l'autre).

3.2.4.4. AQ/CQ et vérification

Les contrôles de la qualité qui ont été réalisés l'ont été conformément avec les Lignes directrices 2006 du GIEC. Les contrôles de la qualité comprennent un examen du modèle d'estimation, des données sur les activités, des coefficients d'émission, de la cohérence des séries chronologiques, de l'exactitude de la transcription, des documents de référence, des coefficients de conversion, de l'étiquetage des unités, ainsi que des calculs types des émissions.

Comme il est décrit au chapitre 1, le Canada a mis en place un programme d'établissement de rapports qui a recueilli les données sur les émissions de GES des installations qui ont rejeté de 10 kt d'éq. CO₂ ou plus en 2017 et celles qui ont rejeté des émissions de 50 kt d'éq. CO₂ ou plus entre 2004 et 2016. Lorsqu'un secteur précis a été couvert en totalité ou presque, les données du programme de rapports sur les émissions de GES sont utilisées à des fins de comparaison des valeurs indiquées par l'industrie avec les estimations des émissions dans l'inventaire canadien. Cette comparaison est possible pour les sous-catégories des industries du raffinage du pétrole et de la production d'électricité dans le secteur public et pour l'industrie de l'extraction et de la valorisation des sables bitumineux.

3.2.4.5. Recalculs

Plusieurs améliorations et révisions de données sur les activités ont permis d'accroître l'exactitude des données, d'améliorer leur comparabilité, ainsi que d'assurer leur uniformité par rapport aux Lignes directrices 2006 du GIEC et aux directives de la CCNUCC pour la notification des inventaires. Les estimations des émissions des industries énergétiques ont été révisées pour toutes les années en tenant compte des estimations de 2016, ce qui s'est traduit par une hausse de 45,3 Mt d'éq. CO₂ par rapport au rapport précédent.

Les révisions apportées à la sous-catégorie de la production d'électricité et de chaleur dans le secteur public remontent à 1990, en raison de changements aux données sur les activités et à la méthodologie. Les changements à la méthode utilisée pour calculer le total pour le

Canada ont une incidence sur l'ensemble de la série chronologique, tandis que les changements aux données sur les activités, en raison des mises à jour du BDEEC, ont eu une incidence sur la série chronologique entre 2005 et 2015. En raison de ces améliorations, les estimations des émissions pour 2016 ont diminué de 2,5 Mt d'éq. CO₂. Les données sur les activités révisées du BDEEC pour 2016 ont donné lieu à une diminution de 3 % des émissions comparativement au rapport précédent, en raison d'importants redressements à la baisse.

Dans les rapports précédents, le CO₂ piégé à l'installation de valorisation et de raffinage de Scotford a été mal soustrait des émissions de combustion dans la sous-catégorie Raffinage du pétrole (1.A.1.b). Dans ce rapport, le CO₂ piégé à cette installation a été soustrait des émissions fugitives attribuables aux combustibles—pétrole et gaz naturel—évacuation—pétrole (1.B.2.c.i.1), étant donné qu'il est associé à la production de H₂. Par conséquent, les estimations des émissions sont augmentées de 0,4 Mt en 2015 et de 1,1 Mt en 2016 dans la sous-catégorie Raffinage de pétrole, avec une diminution équivalente dans les émissions d'évacuation.

Les révisions apportées à l'attribution des combustibles achetés dans le cadre des activités de l'industrie pétrolière et gazière ont mené à des changements dans les estimations des émissions à la sous-catégorie de la fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques remontant à 1990. Le BDEEC indique que la consommation de combustible acheté sous la catégorie de Extraction minière et de pétrole et de gaz, qui comprend les industries d'exploitation de la houille, d'extraction de pétrole et de gaz par des méthodes classiques, d'extraction et de valorisation de sables bitumineux, d'extraction de métaux et d'extraction de minerais non métalliques. Comme le BDEEC regroupe les combustibles de cette façon, les émissions attribuables à la combustion de combustibles achetés par l'industrie pétrolière et gazière étaient auparavant déclarées dans la sous-catégorie Industries manufacturières et construction—sous-catégorie Exploitation de mines (à l'exclusion des combustibles) et exploitation de carrières (1.A.2.g.iii). Une nouvelle méthode réattribue ces émissions à la sous-catégorie de la fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques, ce qui

entraîne une augmentation de 42,4 Mt d'éq. CO₂ pour 2016 en comparaison du rapport précédent. Comme il s'agit tout simplement d'une réattribution de combustibles, il y a une diminution d'émissions équivalente dans la sous-catégorie de l'exploitation des mines (à l'exclusion des combustibles) et exploitation de carrières, sans changement dans les estimations globales des émissions de combustion fixes en raison de la réattribution.

De plus, dans la sous-catégorie de la fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques, les révisions aux données sur les activités se sont soldées par de nouveaux calculs des estimations des émissions de 2005 à 2016. Des changements aux données sur la consommation de butane ont entraîné une diminution des émissions variant de 0,1 à 0,6 Mt d'éq. CO₂ au cours de la période de 2005 à 2016. Les révisions à la consommation de gaz naturel se sont soldées par des diminutions des émissions de 2008 à 2010 (variant de 0,1 à 1,0 Mt d'éq. CO₂) et des augmentations d'émissions de 3,9, de 4,3, de 5,5, de 6,7, de 8,0 et de 4,0 Mt d'éq. CO₂ pour les années de 2011 à 2016, respectivement. Des changements mineurs apportés au mazout lourd, au carburant diesel et au charbon subbitumineux ont entraîné de petits changements dans les estimations des émissions (de 0,001 à 0,02 Mt d'éq. CO₂).

Enfin, des changements aux quantités de gaz torché soustraites de la consommation des producteurs de gaz naturel, qui est comprise dans les estimations des émissions de combustion fixes se sont soldés par des changements dans les estimations des émissions au cours de la période de 1990 à 2000, variant de -0,5 à -2,5 Mt d'éq. CO₂. Tel qu'il est décrit à la section A3.2.2.7 de l'annexe 3.2, les émissions par torchage sont estimées séparément à l'aide des différents modèles d'émissions fugitives et sont déclarées comme des émissions fugitives, tandis que les volumes de gaz naturel consommé par les producteurs déclarés dans le BDEEC et inclus dans les estimations des émissions attribuables aux sources de combustion fixes incluent le volume des gaz torchés. Par conséquent, afin d'éviter la double comptabilisation, il faut soustraire le volume des gaz torchés et les émissions qui en découlent des estimations liées à la combustion.

3.2.4.6. Améliorations prévues

Environnement et Changement climatique Canada, Ressources naturelles Canada et Statistique Canada continuent à collaborer afin d'améliorer la qualité du bilan énergétique national et de subdiviser les données sur l'utilisation des combustibles par l'intermédiaire du Groupe de travail sur l'énergie. Les processus de contrôle de la qualité et les échéanciers de projets définis par le Groupe de travail sur l'énergie se traduiront pas des améliorations annuelles du bilan énergétique national, ce qui donnera lieu à de nouveaux calculs. Statistique Canada est responsable de la mise en œuvre des améliorations convenues, de l'évaluation de la faisabilité des projets et de la recommandation d'approches pour la collecte de nouvelles données. Il est question des améliorations au bilan énergétique qui se soldent par de nouveaux calculs dans leur section respective ou dans la section d'aperçu général au début du présent chapitre.

Des améliorations aux coefficients d'émission propres au pays sont prévues. Par exemple, une évaluation des coefficients régionaux (provinciaux et territoriaux) de conversion énergétique du gaz naturel à compter de 1990, qui reposait sur des données disponibles déclarées à Statistique Canada, a révélé que l'information était insuffisante pour suivre de façon fiable la variation de la densité énergétique dans l'ensemble du Canada. Une nouvelle approche, axée sur la collaboration avec l'industrie du gaz naturel pour recueillir le débit volumétrique par région ainsi que les pouvoirs calorifiques et l'information sur la teneur en carbone afin de définir de nouveaux coefficients d'émission de CO₂, est en cours. La priorité relativement aux améliorations aux coefficients d'émission a été accordée aux combustibles qui contribuent le plus aux émissions de combustion, comme le charbon, l'essence, le diesel et le gaz naturel. Au cours des dernières années, des améliorations aux coefficients d'émission de CO₂ et aux pouvoirs calorifiques ont été mises en œuvre pour le charbon, l'essence et le diesel. L'annexe 6 du présent rapport présente les résultats de ces activités d'améliorations.

En outre, des travaux sont en cours pour évaluer la possibilité d'élaborer un inventaire ascendant pour la sous-catégorie de la production d'électricité et de chaleur dans le secteur public, conformément aux méthodes de niveau 3. Il faudra achever les activités

de recherche et d'investigation pour veiller à ce que les émissions des sous-catégories de la production combinée de chaleur et d'électricité et des centrales de production de chaleur de propriété privée soient correctement attribuées.

3.2.5. Industries manufacturières et construction (catégorie 1.A.2 du CUPR)

3.2.5.1. Description de la catégorie de source

Cette catégorie se compose des émissions de la combustion de combustibles fossiles achetés par l'ensemble des industries du secteur minier, manufacturier et du bâtiment. Les sous-sections qui suivent présentent les six sous-catégories définies par la CCNUCC dans la catégorie des industries manufacturières et de la construction.

En 2017, la catégorie des industries manufacturières et de la construction était responsable de 60,3 Mt (8,4 %) des émissions totales de GES du Canada, avec une diminution de 15,5 % (11,1 Mt) de toutes les émissions depuis 1990 (se reporter au Tableau 3-6 pour plus de détails). Toujours dans la même catégorie, 30,8 Mt (51 %) des émissions de GES proviennent de la sous-catégorie Autres, qui englobe les activités d'exploitation minière, de la construction et d'autres activités manufacturières. Cette sous-catégorie est suivie (par ordre décroissant) des sous-catégories Produits chimiques (10 Mt, 16,5 %), Pâtes et papiers et imprimerie (6,19 Mt, 10,3 %), Sidérurgie (5,89 Mt, 9,8 %), Produits minéraux non métalliques (4,08 Mt, 6,8 %) et Métaux non ferreux (3,45 Mt, 5,7 %). Les émissions de GES du secteur de la transformation des aliments, boissons et tabac entrent dans la sous-catégorie Autres industries manufacturières de la catégorie Industries manufacturières et construction, étant donné que les données sur l'utilisation des combustibles n'existent pas à un niveau de subdivision approprié.

Les émissions de GES résultant de la combustion de combustibles par une industrie pour produire de l'électricité ou de la vapeur sont attribuées à la sous-catégorie industrielle correspondante. Le secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits déclare des émissions de GES attribuables à l'utilisation de combustibles fossiles à des fins non énergétiques, comme le coke métallurgique dans la

Tableau 3-6 Contribution des industries manufacturières et de la construction à la production de GES

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (Kt d'éq. CO ₂)											
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Industries manufacturières et construction—TOTAL (1.A.2)	71 400	74 100	72 600	63 900	60 400	63 800	62 400	63 300	63 000	62 200	59 100	60 300
Sidérurgie	4 950	5 780	6 210	5 550	4 980	5 290	5 500	5 580	6 030	5 700	5 560	5 890
Métaux non ferreux	3 310	3 220	3 580	3 660	3 070	3 430	2 970	3 100	2 920	3 110	3 190	3 450
Produits chimiques	8 260	10 300	10 700	8 330	9 920	11 100	11 000	11 600	12 400	12 000	10 700	10 000
Pâtes, papier et imprimerie	14 600	12 900	12 600	8 720	6 020	6 270	6 050	6 280	6 150	6 120	6 020	6 190
Transformation des aliments, boissons et tabac ¹	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA
Produits minéraux non métalliques	3 970	4 160	4 640	5 420	4 060	4 300	4 020	3 850	4 020	3 940	3 770	4 080
Autres	36 400	37 700	34 900	32 200	32 300	33 400	32 900	32 800	31 500	31 300	29 900	30 800
Mines (à l'exclusion des combustibles) et carrières ²	4 140	4 400	4 290	3 970	5 050	5 060	5 360	4 800	4 500	4 120	3 810	3 480
Construction	1 880	1 180	1 080	1 450	1 520	1 370	1 390	1 290	1 300	1 300	1 280	1 310
Fabrication hors route, exploitation minière et construction	9 160	12 500	11 300	10 400	12 600	13 200	12 000	12 300	12 200	13 100	12 200	13 000
Autres industries manufacturières	21 200	19 700	18 200	16 400	13 200	13 800	14 200	14 400	13 500	12 800	12 600	13 000

Notes :

1. Les émissions résultant de la transformation des aliments, des boissons et du tabac font partie des Autres industries manufacturières.

2. Conformément aux tableaux agencés selon le Cadre uniformisé de présentation des rapports de la CCNUCC, les émissions de combustion des mines de charbon sont exclues de l'Exploitation de mines (à l'exclusion des combustibles) et exploitation de carrières. Toutefois, aux annexes 9 et 11, ces émissions sont comprises dans la catégorie de l'exploitation des mines.

IA = Inclus ailleurs

Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

réduction du minerai de fer, d'autres combustibles comme matières premières et de réactifs chimiques.

3.2.5.2. Questions de méthodologie

Pour chaque sous-catégorie de la catégorie des industries manufacturières et de la construction, les émissions de GES résultant de la combustion de combustibles sont calculées à l'aide de la méthode décrite à l'annexe 3.1, y compris la méthode pour les émissions des véhicules hors route, conformément à la méthode de niveau 2 du GIEC. Les émissions de GES résultant de la consommation de carburants de transport (comme le carburant diesel et l'essence) sont indiquées sous Véhicules hors route et autre machinerie (1.A.2.g.vii) dans la catégorie des industries manufacturières et de la construction. Les émissions de CH₄ et de N₂O provenant de la combustion de la biomasse ont également été incluses dans la sous-catégorie pertinente de la catégorie des industries manufacturières et de la construction. Les émissions de CO₂ résultant de la combustion de biomasse ne sont pas incluses dans les totaux, mais sont indiquées séparément dans les tableaux du CUPR de la CCNUCC comme poste pour mémoire.

Les questions de méthodologie propres à chaque sous-catégorie manufacturière sont décrites ci-après.

Sidérurgie (catégorie 1.A.2.a du CUPR)

Il existe actuellement trois établissements intégrés de sidérurgie produisant l'ensemble du coke métallurgique à base de charbon au Canada. Ces établissements intégrés sont structurés de façon à ce que les sous-produits gazeux qu'ils émettent (p. ex. gaz des fours à coke et des hauts fourneaux) soient utilisés dans le cadre de divers procédés dans l'établissement (p. ex. chaudières, haut fourneau, four à coke) et c'est pour cette raison que les émissions attribuables à la production de coke sont incluses dans la sous-catégorie de la sidérurgie. Statistique Canada déclare dans le BDEEC tout le gaz de four à coke produit et consommé dans ces établissements intégrés. Il n'est pas possible de déterminer la quantité exacte de gaz de four à coke torché, mais comme Statistique Canada inclut le volume de combustibles torchés dans les totaux de consommation du BDEEC, ces émissions fugitives sont saisies dans l'inventaire en tant qu'estimations attribuables à la combustion.

C'est dans le secteur des procédés industriels et de l'utilisation de produits que sont déclarées toutes les émissions attribuables à l'utilisation de coke métallurgique comme réactif pour la réduction du minerai de fer dans les hauts fourneaux.

Métaux non ferreux (catégorie 1.A.2.b du CUPR)

Le BDEEC fournit toutes les données sur l'utilisation des combustibles dans cette sous-catégorie.

Produits chimiques (catégorie 1.A.2.c du CUPR)

C'est dans le secteur Procédés industriels et utilisation de produits que sont déclarées les émissions attribuables aux combustibles utilisés comme matières premières.

Pâtes et papiers et imprimerie (catégorie 1.A.2.d du CUPR)

Le BDEEC fournit toutes les données sur l'utilisation des combustibles dans cette sous-catégorie.

Transformation des aliments, boissons et tabac (catégorie 1.A.2.e du CUPR)

Les données sur l'utilisation des combustibles dans cette sous-catégorie ne sont pas disponibles à un niveau de subdivision inférieur. Les émissions de GES de cette sous-catégorie sont incluses dans la sous-catégorie des autres industries manufacturières.

Produits minéraux non métalliques (catégorie 1.A.2.f du CUPR)

Le BDEEC fournit toutes les données sur l'utilisation des combustibles dans cette catégorie, à l'exception de celles sur les combustibles résiduels, qui proviennent des données annuelles obtenues auprès de l'industrie et qui sont fournies par le Centre canadien de données sur l'énergie et les émissions.

Autres (exploitation minière, bâtiment et autres industries manufacturières) (catégorie 1.A.2.g du CUPR)

Cette sous-catégorie englobe le reste des émissions du secteur industriel, notamment les sous-catégories des mines, du bâtiment, de la fabrication de véhicules, du textile, des aliments, des boissons et du tabac.

Les émissions des véhicules et de l'équipement hors route utilisés sur place sont incluses dans la sous-catégorie Véhicules hors route et autre machinerie (1.A.2.g.vii), y compris les émissions des

véhicules hors route attribuables aux activités liées à l'exploitation minière, à la construction et à l'industrie pétrolière et gazière.

3.2.5.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Le degré estimatif d'incertitude de la catégorie des industries manufacturières et construction est de $\pm 2\%$ pour le CO₂, le CH₄ et le N₂O combinés.

Les données de départ sur les quantités de combustibles et les coefficients d'émission de CO₂ sont assorties d'un faible degré d'incertitude, car il s'agit essentiellement de combustibles commerciaux dont les propriétés sont uniformes et dont les quantités achetées pour être consommées peuvent être comptabilisées avec précision.

Comme mentionné dans l'analyse sur le degré d'incertitude de la catégorie des industries énergétiques, il faut solliciter l'avis d'experts pour améliorer le degré estimatif d'incertitude pour le CH₄ et le N₂O pour certaines des plages d'incertitude des coefficients d'émission et des fonctions de densité de probabilité élaborées par les auteurs de l'étude d'ICF Consulting (ICF Consulting, 2004).

Les estimations relatives à la catégorie des industries manufacturières et de la construction ont été établies de manière cohérente dans le temps au moyen de la même méthode. La section 3.2.4.5, Recalculs, renferme une analyse des données sur l'utilisation des combustibles mises à jour par le BDEEC.

3.2.5.4. AQ/CQ et vérification

Les contrôles de la qualité qui ont été réalisés l'ont été conformément avec les Lignes directrices 2006 du GIEC. Les contrôles de la qualité comprennent un examen du modèle d'estimation, des données sur les activités, des coefficients d'émission, de la cohérence des séries chronologiques, de l'exactitude de la transcription, des documents de référence, des coefficients de conversion, de l'étiquetage des unités, ainsi que des calculs types des émissions.

Les contrôles de la qualité effectués l'égard de l'ensemble du modèle d'estimation des émissions de GES de la combustion fixe et de la série chronologique portaient sur les éléments suivants : les coefficients d'émission, les données sur les activités et les émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O. Les contrôles de la

qualité n'ont révélé aucune erreur mathématique ni de référence. Les données, les méthodes et les changements relatifs aux activités de CQ sont illustrés et archivés sur support électronique.

3.2.5.5. Recalculs

Il existe des estimations des émissions révisées pour toutes les années, ce qui s'est traduit par une modification des estimations de 2016, qui présentent une diminution de 42,8 Mt d'éq. CO₂ par rapport au rapport précédent en raison des changements suivants :

- Les combustibles achetés consommés dans le cadre des activités de l'industrie pétrolière et gazière qui avaient été attribuées précédemment à la sous-catégorie Exploitation de mines (à l'exclusion des combustibles) et exploitation de carrière des Industries manufacturières et Construction, ont été déplacés dans la sous-catégorie Fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques. Cette réattribution s'est soldée par une diminution de 42,8 Mt d'éq. CO₂ pour 2016 comparativement au rapport précédent;
- les données révisées du BDEEC, telles qu'elles sont présentées dans l'analyse sur les recalculs dans la section d'aperçu 3.1;
- une méthode révisée pour calculer la consommation de combustible au Canada à l'aide d'un rapport de synthèse provincial;
- une nouvelle méthode pour l'attribution de la combustion de déchets municipaux solides à des fins de production d'énergie au secteur de l'énergie où la combustion est effectuée;
- une nouvelle source de données sur les activités est utilisée pour estimer l'équipement hors route utilisé dans le cadre des activités d'extraction des sables bitumineux (ECCC, 20018a).

Se reporter aux sections 3.1 et 3.2.4.5 pour des renseignements supplémentaires.

3.2.5.6. Améliorations prévues

Environnement et Changement climatique Canada, Ressources naturelles Canada et Statistique Canada continuent à collaborer afin d'améliorer la qualité du bilan énergétique national et à subdiviser les données sur l'utilisation des combustibles par l'entremise d'un Groupe de travail sur l'énergie.

En outre, l'équipe d'examen composée d'experts (EEE) de la CCNUCC recommandé que le Canada déclare les émissions de GES associées au secteur 1.A.2.e (Transformation des aliments, boisson et tabac) séparément de la sous-catégorie 1.A.2.g, Autres. Cependant, Statistique Canada ne subdivise pas actuellement les données sur l'utilisation des combustibles à ce niveau de détail précis. On examine d'autres sources de données et d'autres méthodes, en vue de réattribuer les données comme demandé.

3.2.6. Transport (catégorie 1.A.3 du CUPR)

Les émissions de GES attribuables au secteur des transports totalisent 174 Mt, soit 24,4 % des émissions totales de GES du Canada (Tableau 3-7). La plus forte croissance des émissions depuis 1990 a été observée dans les camions légers à essence, les camions légers au diesel et les véhicules lourds diesel; cette croissance se chiffre à 138 % (28 Mt) pour les camions légers à essence et à 579 % (0,9 Mt) pour les camions légers au diesel et à 245 % (33,5 Mt) pour les véhicules lourds au diesel. Une baisse à long terme a été observée dans les émissions des véhicules légers à essence (voitures) et des véhicules au propane et au gaz naturel, soit une baisse combinée de 9,7 Mt depuis 1990. La catégorie des transports a affiché une augmentation de 38 % et est responsable de 43 % de l'augmentation globale totale des émissions observée au Canada.

3.2.6.1. Description de la catégorie de source

La catégorie des transports comprend la combustion de combustibles par tous les modes de transport au Canada. Elle a été subdivisée en six sous-catégories distinctes :

- le transport aérien intérieur;
- le transport routier;
- le transport ferroviaire;
- le transport maritime intérieur;
- le transport par pipeline;
- les autres moyens de transport (véhicules hors route).

3.2.6.2. Questions de méthodologie

Les émissions découlant de la combustion de combustibles dans la catégorie des transports sont calculées au moyen de diverses adaptations de l'équation A3 1 de l'annexe 3.1. Toutefois, compte tenu des nombreux types différents de véhicules, d'activités et de combustibles, les coefficients d'émission sont nombreux et complexes. Pour prendre en compte cette complexité, les estimations des émissions du secteur des transports sont calculées à l'aide des modèles MOVES (Motor Vehicle Emissions Simulator), NONROAD et du modèle des émissions de gaz à effet de serre de l'aviation (MEGESA). Ces modèles intègrent une version de la méthode recommandée par le GIEC pour la modélisation des véhicules (GIEC, 2006) et servent à calculer toutes les émissions des transports, à l'exception de celles des transports maritimes, ferroviaires et par pipeline (énergie nécessaire au transport par pipeline de produits liquides ou gazeux). Se reporter à l'annexe 3.1 pour une description détaillée des méthodes relatives aux transports.

Transport aérien intérieur (catégorie 1.A.3.a du CUPR)

Cette sous-catégorie comprend toutes les émissions de GES du secteur du transport aérien intérieur (commercial, privé, agricole, etc.).

Conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006), les émissions du transport aérien militaire sont déclarées dans la sous-catégorie des autres sources mobiles (non précisées ailleurs) (catégorie 1.A.5b du CUPR). Les émissions des carburants servant dans les aéroports pour le transport au sol sont déclarées sous Autres moyens de transport/Autres (1.A.3.e.ii). Les émissions des combustibles vendus aux compagnies aériennes pour des vols en partance du Canada à destination internationale sont considérées de nature internationale et sont déclarées séparément à titre de postes pour mémoire—combustibles de soute internationaux (catégorie 1.D.1.a du CUPR).

La méthode relative à la sous-catégorie du transport aérien intérieur est fondée sur une méthode modifiée de niveau 3 du GIEC. Pour établir les estimations des émissions, on utilise à la fois des coefficients propres au pays, à chaque type d'aéronef et des coefficients par défaut du GIEC. Les estimations sont établies par le MEGESA et sont calculées d'après les quantités déclarées de carburant d'aviation et de carburéacteur consommés publiées dans le BDEEC (Statistique Canada, 1990—). La plus grande partie des ventes de carburant d'aviation mentionnées dans le BDEEC représentent la quantité de carburant vendu à des compagnies aériennes canadiennes,

Tableau 3-7 Émissions de GES attribuables au secteur des transports

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (Kt d'éq. CO ₂)											
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Transport—TOTAL (1.A.3)	126 000	132 000	153 000	167 000	169 000	169 000	171 000	175 000	173 000	174 000	175 000	174 000
Vols intérieurs	7 180	6 630	7 720	7 620	6 440	6 330	7 300	7 570	7 220	7 140	7 080	7 100
Transports routiers	83 800	86 600	111 000	130 000	137 000	139 000	140 000	144 000	141 000	143 000	145 000	144 000
Véhicules légers à essence	41 600	40 400	40 400	41 400	37 800	36 500	35 400	35 600	34 200	34 500	34 600	33 000
Camions légers à essence	20 300	23 900	31 800	38 100	41 300	41 400	41 900	43 300	43 400	45 200	48 100	48 300
Véhicules lourds à essence	6 320	7 170	10 500	11 700	12 500	12 100	12 800	13 400	12 400	12 300	13 000	13 000
Motos	90	78	123	203	248	251	260	262	260	271	287	289
Véhicules légers au diesel	467	400	600	605	663	793	798	856	857	901	842	807
Camions légers au diesel	153	156	338	344	421	482	473	531	641	813	903	1 040
Véhicules lourds au diesel	13 600	13 600	26 500	36 900	44 200	47 600	48 700	50 000	49 800	48 600	46 900	47 100
Véhicules au propane et au gaz naturel	1 160	903	522	381	38	40	30	18	9	8	9	10
Transport ferroviaire	6 920	6 260	6 530	6 580	6 540	7 390	7 560	7 290	7 470	7 120	6 540	6 570
Navigation intérieure	4 780	4 090	4 930	6 370	6 760	5 590	5 580	5 210	4 790	4 660	3 580	4 380
Autres modes de transport ¹	23 600	28 300	23 000	16 500	12 000	10 100	10 000	11 000	12 400	13 000	13 300	12 800
Véhicules hors route autres modes de transport	16 700	16 300	11 700	6 390	6 290	4 450	4 310	4 300	4 540	4 820	4 920	5 010
Taransport par pipeline	6 910	12 000	11 300	10 200	5 720	5 650	5 730	6 720	7 890	8 160	8 420	7 800

Notes :

¹ Exclut les émissions hors route déclarées dans les secteurs de l'industrie de la fabrication, de la construction, ainsi que du secteur autres.

Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

à des compagnies aériennes étrangères et à des administrations publiques, et au secteur commercial et institutionnel.

Transport routier (catégorie 1.A.3.b.i-v du CUPR)

La méthode servant à estimer les émissions de GES du transport routier est une méthode détaillée de niveau 3 du GIEC, telle qu'elle est décrite dans les Lignes directrices 2006 du GIEC. Le modèle MOVES calcule la consommation d'énergie de diverses catégories de véhicules selon les renseignements sur les taux de conduite et le parc de véhicules propres au pays, et est ensuite appliqué aux coefficients d'émission propres au pays.

Transport ferroviaire (catégorie 1.A.3.c du CUPR)

La méthode employée pour estimer les émissions de GES de la sous-catégorie du transport ferroviaire est considérée comme une méthode de niveau 2 du GIEC pour les émissions de CO₂ et une méthode de niveau 1 du GIEC pour les émissions de CH₄ et de N₂O (GIEC, 2006). Les données sur les ventes de carburant provenant du BDEEC (Statistique Canada, 1990 —) et incluses dans le transport ferroviaire sont multipliées par les coefficients d'émission propres au pays.

Au début de 2016, et en réponse à des préoccupations soulevées par l'équipe d'experts, les activités et les émissions de GES connexes attribuables à l'exploitation des trains à vapeur au Canada ont été examinées car elles n'avaient jamais été incluses dans aucun rapport précédent. Cet examen a permis de révéler que moins de 20 locomotives sont en service au Canada, et la plupart ne sont utilisées que dans le contexte d'une activité à caractère historique ou de démonstration et que, mises ensemble, ces locomotives ne produisent à peine plus de 0,5 kt d'éq. CO₂, en tenant compte de l'ensemble des émissions de CO₂ provenant de la biomasse. Comme ces émissions représentent moins de 0,05 % des émissions totales et qu'elles sont inférieures au seuil de 500 kt défini au paragraphe 37 (b) des Directives de la CCNUCC pour la notification des inventaires, cette source peut être jugée comme n'étant pas significative.

Transport maritime intérieur (catégorie 1.A.3.d du CUPR)

Cette catégorie comprend toutes les émissions de GES attribuables au transport maritime intérieur. Les émissions dues au combustible vendu aux navires étrangers sont déclarées à titre de combustibles de soute internationaux et comptabilisées séparément (catégorie 1.D.1.b du CUPR). L'utilisation de combustibles par la Défense nationale (forces militaires) et la Garde côtière du Canada est déclarée sous la rubrique Administration publique, et ne fait pas l'objet d'une communication distincte à des fins de confidentialité. Ces émissions sont donc incluses dans la catégorie des transports (pour le diesel et l'essence) ou Combustion de sources fixes (pour le mazout léger et le mazout lourd).

La méthode d'estimation des émissions est conforme à la technique de niveau 2 du GIEC pour les émissions de CO₂ et à la technique de niveau 1 du GIEC pour les émissions de CH₄ et de N₂O (GIEC, 2006). Les données sur la consommation de carburant provenant du BDEEC et déclarées à la rubrique Transport maritime intérieur sont multipliées par les coefficients d'émission propres au pays.

Transport par pipeline (catégorie 1.A.3.e.i du CUPR)

Les pipelines⁴ sont le seul moyen de transport qui ne fasse pas appel à des véhicules dans ce secteur. Ils utilisent des moteurs alimentés aux combustibles fossiles pour faire fonctionner les compresseurs et autres dispositifs qui propulsent des produits à base d'hydrocarbures. Le combustible utilisé est essentiellement du gaz naturel dans le cas des gazoducs. Les oléoducs utilisent généralement des moteurs électriques pour faire fonctionner les équipements de pompage, mais certains produits pétroliers raffinés, comme le carburant diesel, sont aussi utilisés comme combustibles d'appoint durant les pannes de courant.

Une méthode de niveau 2 du GIEC avec des coefficients d'émission propres au pays et les données sur la consommation de combustible du BDEEC sont appliquées à cette sous-catégorie.

4 Il s'agit des deux types : oléoducs et gazoducs.

Hors route

Autres moyens de transport—(Hors route) (catégorie 1.A.3.e.ii du CUPR)

Cette sous-catégorie comprend les émissions des véhicules et de l'équipement non autorisés à circuler sur les routes ou les autoroutes qui n'ont pas été attribuées à l'une des catégories suivantes :

- Industries manufacturières et construction, Autres et Véhicules hors route et autre machinerie (1.A.2.g.vii)
- Autres secteurs, Commercial et institutionnel et Véhicules hors route et autre machinerie (1.A.4.a.ii)
- Autres secteurs, Résidentiel et Véhicules hors route et autre machinerie (1.A.4.b.ii)
- Autres secteurs, Agriculture, foresterie et pêche et Véhicules hors route et autre machinerie (1.A.4.c.ii)

Le transport autre que routier ou hors route⁵ (véhicules et équipement terrestres, autres que ferroviaires) comprend les émissions de GES produites par la combustion de combustibles. Les véhicules de cette sous-catégorie regroupent le matériel de servitude aéroportuaire, l'équipement d'entretien ferroviaire ainsi que les véhicules récréatifs hors route.

Les émissions des véhicules et de l'équipement hors route sont calculées au moyen d'une méthode de niveau 3 du GIEC. Les émissions sont fondées sur les coefficients d'émission propres au pays, les données quantitatives sur le matériel et les facteurs d'utilisation.

3.2.6.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Transports

Le degré d'incertitude global des estimations de 2017 pour la catégorie des transports (excluant les pipelines) est estimé à $\pm 1,3$ % pour le CO₂, le CH₄ et le N₂O, pris ensemble.

Émissions attribuables au transport aérien intérieur

Le degré d'incertitude lié aux émissions globales attribuables au transport aérien intérieur a été estimé

à $\pm 7,2$ %. La sous-catégorie du transport aérien intérieur n'a représenté que 4 % environ des émissions totales de GES attribuables aux transports et, par conséquent, n'a pas eu une incidence marquée sur le degré d'incertitude global.

Émissions attribuables au transport routier

Le degré d'incertitude lié aux émissions globales provenant des véhicules routiers est, selon les estimations, de $\pm 1,3$ % et est principalement déterminé par le degré d'incertitude relativement faible associé aux données sur les activités touchant la consommation d'essence et de diesel et les émissions de CO₂ qui leur sont associées. Réciproquement, le degré d'incertitude élevé associé aux émissions de CH₄ et de N₂O ainsi que les données sur les activités concernant les biocombustibles n'ont pas eu une incidence marquée sur l'analyse en raison de leurs contributions relativement faibles à l'inventaire.

Émissions attribuables au transport ferroviaire

Le degré d'incertitude lié aux émissions provenant du transport ferroviaire est estimé à ± 21 %. La plus grande incidence est attribuable au degré élevé d'incertitude associé au coefficient d'émission de N₂O (entre -50 % et +200 %), tandis que le degré d'incertitude relativement faible des données sur les activités concernant le diesel et du coefficient d'émission de CO₂ a eu très peu d'incidence. Il importe de noter que les émissions attribuables au transport ferroviaire n'ont représenté que 3 % environ de l'inventaire des GES de la catégorie des transports et qu'elles n'ont pas eu, par conséquent, une incidence marquée sur le degré d'incertitude global.

Émissions attribuables au transport maritime intérieur

Le degré d'incertitude lié aux émissions provenant du transport maritime intérieur est estimé à $\pm 2,7$ %. La plus grande incidence est attribuable au degré élevé d'incertitude associé au coefficient d'émission de N₂O (-40 % à +140 %), tandis que le degré d'incertitude du coefficient d'émission de CO₂ était négligeable. Comme les émissions du transport maritime intérieur ne représentaient que 2 % de l'inventaire des GES de la catégorie des transports, celles-ci n'ont pas eu une grande incidence sur le degré d'incertitude global.

⁵ Désigne les véhicules autres que routiers ou hors route. Les termes « autres que routiers » et « hors route » sont interchangeables.

Émissions attribuables au transport par pipeline

De manière générale, le degré d'incertitude associé aux émissions de CH₄ du transport par pipeline est d'environ ± 40 %. Les tableaux A2 1 et A2 2 présentent les degrés d'incertitude précis pour les pipelines, par GES.

Émissions attribuables aux véhicules hors route

La sous-catégorie des véhicules hors route comprend l'équipement qui consomme de l'essence, du diesel, du propane et du gaz naturel. Le degré d'incertitude quant aux sources de transport hors route est estimé à $\pm 1,5$ % et est principalement déterminé par le degré d'incertitude relativement faible associé aux données sur les activités touchant la consommation d'essence et de diesel, et les émissions de CO₂ qui leur sont associées.

3.2.6.4. AQ/CQ et vérification

Des contrôles de qualité de niveau 1, tels ceux prévus dans le cadre pour le plan d'AQ/CQ (voir le chapitre 1), ont été effectués à l'égard de toutes les catégories des transports et non juste celles qui sont désignées comme étant des catégories « principales ». Aucune erreur mathématique n'a été décelée.

En outre, certaines mesures de vérification ont été prises à l'étape de la préparation du modèle. Étant donné que le modèle MOVES utilise les données nationales sur les combustibles, définies par type et par région, combinées aux coefficients d'émission propres au pays, l'examen porte avant tout sur le profil du parc de véhicules, car c'est lui qui détermine la demande de carburant par catégorie de véhicules et par conséquent les taux et les quantités d'émissions. Des relations interministérielles ont été établies entre Environnement et Changement climatique Canada, Transports Canada, Statistique Canada et Ressources naturelles Canada pour faciliter l'échange non seulement de données brutes, mais également de connaissances sur le parc de véhicules, les taux de consommation de carburant et les taux d'accumulation au kilomètre. Par exemple, les taux d'accumulation au kilomètre ont été validés au moyen de l'Enquête sur l'utilisation des véhicules au Canada, une enquête indépendante

sur les chauffeurs gérée par Transports Canada. Cette perspective plus globale permet de mieux comprendre l'utilisation réelle des véhicules et devrait favoriser une amélioration des modèles et des estimations des émissions.

3.2.6.5. Recalculs

Les estimations des émissions du secteur des transports ont été révisées pour la période de 1990 à 2016. Elles comprennent ce qui suit :

- Nombre d'heures d'utilisation de motoneiges : Le paramètre sur le nombre d'heures d'utilisation annuelles a été modifié pour les motoneiges de sorte qu'il corresponde aux données sur les activités établies à partir des marchés canadiens de la revente (ECCC, 2018b). Le paramètre comporte maintenant également des valeurs distinctes selon la course du moteur.
- Parc de véhicules routiers : Le parc de véhicules pour les territoires a été mis à jour en fonction des données d'enregistrement des véhicules.
- Combustibles du BDEEC : Les données préliminaires révisées du BDEEC de 2016 ont été mises à jour ainsi que tous les volumes d'essence à moteur et de diesel pour la période de 2005 à 2016.

Les répercussions nettes de ces nouveaux calculs sont résumées au Tableau 3-2.

3.2.6.6. Améliorations prévues

Des améliorations sont prévues pour la catégorie des transports. À l'heure actuelle, il est hautement prioritaire de réviser les coefficients d'émission de MOVES2014 afin de déterminer s'ils peuvent être intégrés à l'inventaire national. La révision des coefficients d'émission et des données sur les activités du secteur des véhicules et de l'équipement hors route sont également prévues et pourraient donner lieu à une mise à jour en vue du prochain rapport d'inventaire.

En se fondant sur des examens antérieurs de l'équipe d'experts, le Canada s'est penché sur la façon de mieux répartir les utilisations de combustible, dans les estimations d'émissions, entre la navigation intérieure et la navigation internationale. À l'heure actuelle, cette division est fondée sur le pavillon du navire, et non sur l'usage prévu du combustible. Lors d'une enquête précédente, on avait examiné des

données fiscales en postulant que le combustible acheté pour des déplacements internationaux serait exonéré de toute charge fiscale (comme pour l'aviation). Cet examen n'a pas produit de nouveaux renseignements utiles pour l'inventaire national, en raison d'incohérences dans l'application des données sur la taxe d'accise provinciale (les données fiscales représentent un cumul de sources fédérales et provinciales). En outre, il n'y a pas de taxe d'accise fédérale sur le mazout lourd, qui est actuellement le principal carburant maritime au Canada. Depuis 2015, le Canada a appliqué une zone de contrôle des émissions (ZCE) de l'Amérique du Nord de 200 milles nautiques au large des côtes canadiennes, à l'intérieur de laquelle les navires pourraient devoir fonctionner au diesel plutôt qu'au mazout lourd, ce qui pourrait représenter une future source de données. Néanmoins, l'amélioration des données sur les émissions du secteur maritime demeure une priorité élevée pour ce qui est de l'amélioration de l'inventaire. Toute mise à jour sera déclarée dans les futurs rapports.

Il est également prévu d'apporter d'autres améliorations relativement aux activités hors route. Plus précisément, on prévoit de continuer à recueillir des données sur les activités liées aux heures d'utilisation afin de préciser les activités associées à l'équipement, de même que d'entreprendre l'examen de certains types d'équipement ou secteurs connexes (p. ex. navigation de plaisance, agriculture).

3.2.7. Autres secteurs (catégorie 1.A.4 du CUPR)

3.2.7.1. Description de la catégorie de source

Cette catégorie comprend trois sous-catégories : Commercial et institutionnel, Résidentiel et Agriculture, foresterie et pêche. La sous-catégorie Commercial et institutionnel comprend aussi les émissions de GES de la sous-catégorie de l'administration publique (établissements fédéraux, provinciaux et municipaux). Les émissions de GES pour ces sous-catégories proviennent de la combustion de combustibles, principalement pour le chauffage des locaux et de l'eau.

La combustion de la biomasse constitue une source importante d'émissions dans la sous-catégorie

Résidentiel (sous forme de bois de chauffage). Le bois de chauffage est une source de chauffage principal ou d'appoint dans de nombreux foyers canadiens. La combustion du bois de chauffage entraîne des émissions de CO₂ ainsi que de CH₄ et de N₂O, qui dépendent de la technologie. Les principaux types d'appareils de combustion de bois de chauffage en milieu résidentiel sont les poêles à bois, les foyers et les chaudières et autres appareils (p. ex. les poêles à granules). La biomasse utilisée pour produire de l'électricité représente une petite source d'émissions dans la sous-catégorie Commercial et institutionnel. Les émissions de CH₄ et de N₂O ont été incluses dans les estimations de cette sous-catégorie, tandis que les émissions de CO₂ ont été déclarées séparément dans les tableaux du CUPR comme poste pour mémoire, et n'ont pas été incluses dans les totaux du secteur de l'énergie.

En 2017, la catégorie Autres secteurs a produit 89,6 Mt (12,5 %) des émissions totales de GES du Canada, soit une augmentation globale d'environ 4,2 % (3,6 Mt) depuis 1990. Dans la catégorie Autres secteurs, la sous-catégorie Résidentiel a contribué à quelque 42,1 Mt (46,9 %), suivie de la sous-catégorie Commercial et institutionnel avec 34,1 Mt (ou 38 %) et de la sous-catégorie Agriculture, foresterie et pêche avec 13,5 Mt (15 %). Depuis 1990, les émissions de GES ont augmenté de 22,6 % (6,3 Mt) dans la sous-catégorie Commercial et institutionnel et de 17,9 % (2,1 Mt) dans la sous-catégorie Agriculture, foresterie et pêche, tandis que les émissions de GES de la sous-catégorie Résidentiel ont baissé d'environ 10 % (4,7 Mt). Reportez-vous au Tableau 3–8 pour plus de détails. Le chapitre 2 présente une analyse plus approfondie des tendances relatives à la catégorie Autres secteurs.

3.2.7.2. Questions de méthodologie

Les calculs des émissions pour ces catégories de sources sont toujours exécutés conformément à la méthode décrite à l'annexe 3.1, qui est une méthode de niveau 2 du GIEC, avec des coefficients d'émission propres au pays. Les questions de méthodologie propres à chaque catégorie sont décrites ci-après. Les émissions dues à la combustion des carburants de transport (comme le carburant diesel et l'essence) sont estimées à l'aide des méthodes décrites pour la catégorie des transports.

Tableau 3-8 Contribution des autres secteurs à la production de GES

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (Kt d'éq. CO ₂)											
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Autres secteurs—TOTAL (1.A.4)	86 000	94 500	97 900	95 500	89 500	95 300	88 900	91 700	95 200	91 200	86 500	89 600
Commercial et institutionnel	27 800	31 400	35 500	35 000	31 400	33 400	31 200	32 400	34 100	32 800	32 700	34 100
Secteur commercial et autres secteurs industriels	26 300	29 400	33 400	32 700	28 800	30 700	28 700	29 700	31 300	30 100	30 100	31 300
Commercial et institutionnel hors route	1 520	1 990	2 080	2 400	2 680	2 730	2 520	2 720	2 760	2 720	2 550	2 740
Résidentiel	46 800	47 900	48 200	46 800	43 900	47 100	43 600	45 000	46 800	44 300	40 400	42 100
Combustion fixes	46 500	47 500	47 400	45 600	42 700	45 800	42 300	43 800	45 600	43 100	39 200	40 900
Résidentiel hors route	241	380	775	1 250	1 160	1 300	1 220	1 180	1 210	1 220	1 170	1 160
Agriculture, foresterie et pêches	11 500	15 200	14 200	13 600	14 200	14 700	14 200	14 300	14 300	14 100	13 500	13 500
Agriculture et foresterie	2 410	2 770	2 570	2 190	3 110	3 680	3 780	3 790	3 840	3 630	3 810	3 670
Agriculture, foresterie et pêches hors route	9 040	12 400	11 600	11 400	11 100	11 000	10 400	10 500	10 400	10 400	9 660	9 840

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

Commercial et institutionnel (catégorie 1.A.4.a du CUPR)

Les estimations des émissions dans cette catégorie reposent sur les données relatives à la consommation de carburant dans le secteur commercial et les administrations publiques. Dans le cas des gaz d'enfouissement, les volumes sont recueillis par Environnement et Changement climatique Canada. Les émissions de CH₄ et de N₂O attribuables à la combustion des gaz d'enfouissement sont comprises dans la catégorie; les émissions de CO₂ ne sont pas comprises dans les totaux et sont déclarées séparément dans les tableaux du CUPR de la CCNUCC comme poste pour mémoire. Dans le cas de l'incinération des déchets à des fins de production d'énergie, les émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O liées à la combustion de la portion non biogène des déchets sont comprises, de même que les émissions de CH₄ et de N₂O liées à la combustion de la portion biogène des déchets. Les émissions de CO₂ de la portion biogène des déchets sont exclues des totaux et déclarées séparément comme poste pour mémoire dans les tableaux du CUPR de la CCNUCC.

Les émissions connexes des véhicules et de l'équipement hors route utilisés sur place sont déclarées dans la sous-catégorie des véhicules hors route et autre machinerie (1.A.4.a.ii) conformément à la catégorisation du CUPR. Les émissions produites par l'équipement d'entretien commercial et industriel de pelouse et de jardin, l'équipement de déneigement, les pompes, les compresseurs, l'équipement de soudure et les génératrices sont incluses dans la présente catégorie.

Résidentiel (catégorie 1.A.4.b du CUPR)

Les estimations des émissions dans cette catégorie reposent sur les données relatives à la consommation de combustible déclarée pour le secteur résidentiel dans le BDEEC, à l'exception des données sur la biomasse, qui sont recueillies par Environnement et Changement climatique Canada et Ressources naturelles Canada dans le cadre d'un relevé périodique distinct. L'annexe 3.1 explique en détail la méthode de calcul de la combustion de biomasse (bois de chauffage résidentiel). Les émissions de CH₄ et de N₂O attribuable à la combustion de bois de chauffage sont incluses dans la présente catégorie, et les émissions de CO₂ sont indiquées comme poste pour mémoire, même si elles ne sont pas comptabilisées dans le total national des GES de la sous-catégorie Résidentiel.

Les émissions connexes des véhicules et de l'équipement hors route utilisés sur place sont déclarées dans la sous-catégorie des véhicules hors route et autre machinerie (1.A.4.b.ii) conformément à la catégorisation du CUPR. Les estimations des émissions produites par l'équipement d'entretien commercial et industriel de pelouse et de jardin entrent dans la présente catégorie.

Agriculture, foresterie et pêche (catégorie 1.A.4.c du CUPR)

Cette sous-catégorie englobe les émissions provenant de la combustion de combustibles dans les industries agricole et forestière. Les émissions de l'industrie de la pêche sont actuellement indiquées

soit dans la catégorie des transports soit dans la sous-catégorie des autres industries manufacturières (p. ex., la transformation des aliments). Les estimations des émissions résultant de l'exploitation de la machinerie utilisée sur place et du chauffage reposent sur les données relatives à la consommation de carburant figurant à la rubrique Agriculture et foresterie du BDEEC.

Les émissions connexes des véhicules et de l'équipement hors route utilisés sur place dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie sont déclarées dans la sous-catégorie des véhicules hors route et autre machinerie (1.A.4.c.ii) conformément à la catégorisation du CUPR.

3.2.7.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Le degré estimatif d'incertitude pour la catégorie Autres secteurs est de ± 6 % pour le CO₂, le CH₄ et le N₂O combinés et de ± 1 % pour le CO₂ seul.

Les quantités de combustibles fossiles de départ et les coefficients d'émission de CO₂ (non relatifs à la biomasse) ont un faible degré d'incertitude, étant donné qu'il s'agit le plus souvent de combustibles commerciaux qui ont des propriétés stables et dont les quantités peuvent être comptabilisées de manière précise, comparativement aux données sur la biomasse résidentielle. Le degré d'incertitude global pour les émissions autres que le CO₂ est de 6 % pour la sous-catégorie Résidentiel, comparativement à 1 % pour la sous-catégorie Commercial; ceci découle plutôt de l'incertitude accrue qui est associée aux coefficients d'émission de CH₄ (de -90 % à + 1 500 %) et de N₂O (de -65 % à + 1 000 %) pour le bois de chauffage résidentiel, par rapport aux coefficients d'émission de CH₄ et de N₂O que pour les combustibles fossiles (ICF Consulting, 2004). Comme il a été mentionné pour la catégorie des industries énergétiques, pour certaines des fourchettes d'incertitude des coefficients d'émission et des fonctions de densité de probabilité, de nouveaux avis d'experts permettront d'améliorer les estimations du degré d'incertitude associé au CH₄ et au N₂O.

Ces estimations sont fondées sur la même méthodologie et sont cohérentes sur toute la série chronologique. La section 3.2.4.5—Recalculs présente une analyse des données sur l'utilisation des combustibles.

3.2.7.4. AQ/CQ et vérification

La catégorie Autres secteurs a été soumise à des contrôles de la qualité conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les contrôles de la qualité n'ont relevé aucune erreur mathématique, de données ni de référence. Les données, les méthodes et les changements relatifs aux activités de CQ sont illustrés et archivés sur support papier et électronique.

3.2.7.5. Recalculs

La révision des méthodes et des données sur les activités a permis de procéder à de nouveaux calculs et de rehausser l'exactitude des émissions pour la catégorie Autres secteurs, en particulier la révision des éléments suivants :

- les données révisées du BDEEC;
- la méthode révisée pour calculer la consommation de combustible au Canada à l'aide d'un rapport de synthèse provincial;
- des données révisées sur les gaz d'enfouissement;
- une nouvelle méthode pour l'attribution de la combustion de déchets municipaux solides à des fins de production d'énergie au secteur de l'énergie où la combustion est effectuée.

Les révisions apportées à la sous-catégorie Autres secteurs remontent à 1990. Le changement dans la méthode utilisée pour calculer la consommation de combustible au Canada a eu une incidence sur l'ensemble de la série chronologique; toutefois, ces répercussions sont minimales, allant de <0,01 kt à 1 kt.

Les données révisées du BDEEC comprennent des changements historiques à la consommation de kérosène et de gaz propane dans le sous-secteur Commercial et institutionnel et résidentiel et à la consommation de charbon et de gaz naturel dans les sous-catégories Résidentiel, Commercial et institutionnel, et Agriculture, Foresterie et Pêche. La consommation de kérosène révisée a donné lieu à une augmentation de 0,3 Mt chaque année de 2013 à 2016. La consommation révisée de gaz naturel et de charbon a donné lieu à des changements variant de -0,3 Mt à 0,3 Mt de 2008 à 2016.

Les données révisées sur les gaz d'enfouissement ont une incidence sur l'ensemble de la série chronologique; cependant, ces répercussions sont minimales, allant de 0,01 à 0,3 kt. La nouvelle attribution de l'incinération de déchets à des fins de production

d'énergie à ce secteur a également eu une incidence sur l'ensemble de la série chronologique, qui ont entraîné des répercussions allant de 276 kt à 478 kt.

Se reporter à la section 3.1 pour une liste des données sur les activités, des coefficients d'émission et des changements méthodologiques pertinents.

3.2.7.6. Améliorations prévues

Bien que des améliorations aient été apportées au BDEEC (comme il a été présenté dans l'analyse sur les recalculs dans la section d'aperçu 3.1), Environnement et Changement climatique Canada, Ressources naturelles Canada et Statistique Canada continueront d'œuvrer de concert pour améliorer la qualité sous-jacente du bilan énergétique national et pour subdiviser davantage les données sur l'utilisation des combustibles.

De plus, les améliorations à long terme prévues pour la catégorie Autres secteurs comprennent la réalisation d'études sur les paramètres de la biomasse, comme la teneur en humidité, l'espace interstitiel, la teneur énergétique et les coefficients d'émission.

3.2.8. Autres (non spécifié) (catégorie 1.A.5 du CUPR)

Les lignes directrices de la CCNUCC attribuent à cette catégorie du CUPR la combustion de combustibles par l'armée. Les émissions dues à l'aviation militaire sont estimées à l'aide du modèle MEGESA et incluses dans cette catégorie (1.A.5.b). Tout comme dans les rapports précédents, les émissions attribuables aux transports militaires sont comprises dans la catégorie des transports, tandis que la consommation de carburant militaire de sources fixes est incluse dans la sous-catégorie Commercial et institutionnel (section 3.2.6), en raison de la répartition des données sur le carburant dans le BDEEC (Statistique Canada, 1990—). Il s'agit d'une source minime; les émissions étaient inférieures à 100 kt d'éq. CO₂ en 2015.

3.3. Émissions fugitives (catégorie 1.B du CUPR)

Les émissions fugitives de combustibles fossiles sont des rejets volontaires ou involontaires de GES provenant de la production, de la transformation, de la transmission, du stockage et de la livraison des combustibles fossiles.

Les émissions fugitives incluent les gaz rejetés qui sont brûlés avant d'être éliminés (comme le torchage du gaz naturel dans les installations de production de pétrole et de gaz). Toutefois, les émissions de combustion associées avec la chaleur produite pour être utilisée à l'intérieur (pour le chauffage) ou vendue sont déclarées dans la catégorie appropriée de combustion d'un combustible.

Les deux catégories retenues dans l'inventaire sont les rejets fugitifs associés aux combustibles solides (extraction et manutention du charbon et mines de charbon abandonnées) et les rejets des activités de l'industrie du pétrole et du gaz naturel.

En 2017, les émissions fugitives imputables aux combustibles ont représenté quelque 56 Mt (7,8 %) des émissions totales de GES du Canada, soit une croissance de 13,7 % (6,7 Mt) depuis 1990. Les émissions fugitives du secteur du pétrole et du gaz naturel ont augmenté de 18,2 %, passant à 54 Mt, et celles des exploitations houillères ont diminué d'environ 1,1 Mt (60 %) depuis 1990. Les activités de production, de transformation, de transport et de distribution du pétrole et du gaz représentaient 98 % des émissions fugitives. Reportez-vous au Tableau 3-9 pour plus de renseignements.

3.3.1. Combustibles solides (catégorie 1.B.1 du CUPR)

3.3.1.1. Description de la catégorie de source

Les seules émissions fugitives significatives résultant de la transformation des combustibles solides au Canada proviennent des mines de charbon actives et abandonnées. Les émissions attribuables à la production de coke (torchage) sont comptabilisées dans la catégorie 1.A.2a du CUPR. En raison du manque de données, les émissions provenant de la production de briquettes sont

Tableau 3–9 Contribution des émissions fugitives de GES

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (Kt d'éq. CO ₂)											
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Émissions fugitives imputables aux combustibles (1.B)	49 000	64 000	69 000	61 000	55 000	55 000	59 000	61 000	63 000	60 000	55 000	56 000
Combustibles fossiles—extraction du charbon (1.B.1)	2 800	2 300	1 700	1 400	1 400	1 400	1 400	1 500	1 300	1 100	1 300	1 000
a. Extraction et manutention du charbon	2 800	2 300	1 700	1 400	1 400	1 400	1 400	1 500	1 300	1 100	1 300	1 100
i. Mines souterraines abandonnées	190	400	550	170	150	140	140	140	50	50	70	70
Pétrole et gaz naturel (1.B.2)	46 000	61 000	68 000	60 000	53 000	54 000	57 000	59 000	61 000	59 000	54 000	54 000
a. Pétrole ¹	5 000	6 100	6 500	5 900	5 000	4 900	5 700	5 700	5 600	5 400	5 200	5 200
b. Gaz naturel ¹	13 000	17 000	18 000	14 000	12 000	12 000	12 000	13 000	13 000	12 000	12 000	13 000
c. Ventilation et torchage ²	28 000	38 000	44 000	40 000	36 000	37 000	39 000	41 000	43 000	42 000	36 000	37 000
i. Ventilation	23 000	33 000	38 000	35 000	31 000	32 000	33 000	34 000	36 000	35 000	30 000	30 000
ii. Torchage	4 630	5 330	5 740	5 370	4 700	5 010	5 840	7 120	7 260	6 990	6 010	6 730

Notes :

1 Toutes les autres émissions fugitives sauf l'évacuation et le torchage.

2 Pour les activités pétrolières et gazières.

Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

comprises dans l'exploitation de la houille où la production de briquettes a lieu. Les autres sources d'émissions attribuables à la transformation des combustibles solides sont inconnues et on présume qu'elles ne sont pas significatives.

Extraction et manutention du charbon

Les sources d'émissions liées à l'extraction du charbon incluent les surfaces de charbon exposées, les blocs de charbon et de l'évacuation de CH₄ par les gisements. Les activités post-extraction, comme la préparation, le transport, le stockage et la transformation finale avant la combustion, dégagent également du CH₄. Au Canada, en 2016, aucune mine souterraine de production de charbon n'était exploitée.

Mines souterraines abandonnées

Les mines de charbon souterraines abandonnées sont des sites où l'extraction active du charbon et la gestion de la ventilation ont cessé, mais où des émissions fugitives de méthane continuent d'être rejetées. Au Canada, les émissions des mines abandonnées ont représenté 65 kt d'éq. CO₂ en 2017. L'augmentation par rapport aux 53 kt d'éq. CO₂ déclarées en 2015 était attribuable aux émissions provenant de deux mines souterraines anciennement actives qui ont cessé d'être exploitées au début de 2016. Reportez-vous au Tableau 3–9 pour plus de renseignements.

3.3.1.2. Questions de méthodologie

Extraction et manutention du charbon

King (1994) a dressé un inventaire des émissions fugitives attribuables aux exploitations houillères, lequel fournit les bases de certaines des estimations des émissions fugitives provenant de l'extraction du charbon. La division des émissions estimées de King (1994) par les données connues sur la production de charbon a permis d'obtenir les coefficients d'émission appropriés, qui sont présentés à l'annexe 3.2.

King (1994) a estimé les taux d'émission de l'extraction du charbon à l'aide d'une méthode modifiée du Conseil consultatif de l'industrie du charbon. Il s'agit d'une version hybride des méthodes de niveau 3 et de niveau 2 du GIEC, selon la disponibilité des données propres à une mine en particulier. Les émissions des mines souterraines et celles des mines à ciel ouvert, qui ont été séparées, englobent toutes deux les émissions attribuables aux activités post-extraction. L'annexe 3.2 (Méthodologie pour les émissions fugitives résultant de production, de la transformation, du transport et de la distribution de combustibles fossiles) comprend une description plus détaillée de la méthodologie.

Une campagne d'analyses sur le terrain visant à mesurer les émissions fugitives de CH₄, de CO₂ et de COV a été menée à quatre mines de charbon à la fin février 2014 :

- Sites 1 et 2 : deux mines de charbon subbitumineux dans le centre de l'Alberta;
- Site 3 : une mine de charbon bitumineux dans le nord-est de la Colombie-Britannique;
- Site 4 : une mine de charbon bitumineux dans le nord-ouest de l'Alberta.

Les émissions de méthane (CH₄) ont été mesurées à distance au moyen d'un MPTS (Mobile Plume Transect System) au sol et d'essais au traceur afin de définir les volumes et les sources ponctuelles (Cheminfo Services and Clearstone Engineering, 2014). Le coefficient d'émission de CH₄ de 7 des 23 mines productrices au Canada a été mis à jour grâce à cette campagne d'analyse sur le terrain. L'annexe 3.2 comprend une description détaillée de la méthodologie.

Mines souterraines abandonnées

Les Lignes directrices 2006 du GIEC proposent un ensemble de paramètres et d'équations pour l'estimation des émissions provenant des mines de charbon abandonnées. Les estimations ont été produites au moyen d'une version hybride des méthodes de niveau 3 et de niveau 2 du GIEC. Les coefficients et les taux d'émission de niveau 3 utilisés pour les estimations sont des valeurs propres aux mines qui, actuellement, sont aussi utilisées pour estimer les émissions fugitives de l'extraction de charbon aux mines actives. Les données sur les activités intégrées au modèle proviennent de ministères et d'organismes provinciaux.

Les taux d'émission de méthane suivent des courbes de réduction dépendantes du temps (GIEC, 2006) influencées par divers facteurs. Parmi ceux-ci, les plus importants sont :

1. le temps écoulé depuis l'abandon;
2. le type de charbon et les caractéristiques d'absorption des gaz;
3. l'inondation des mines;
4. les caractéristiques d'écoulement du méthane de la mine;
5. les ouvertures et les restrictions telles que les événements et les structures de scellement.

Les changements au nombre de mines abandonnées et les effets de la courbe de réduction appliquée régissent les variations annuelles des émissions. L'annexe 3.2 (Méthodologie pour les émissions fugitives résultant de production, de la transformation, du transport et de la distribution de combustibles fossiles) comprend une description détaillée de la méthodologie.

3.3.1.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Extraction et manutention du charbon

L'estimation du degré d'incertitude des émissions fugitives de CH₄ des mines de charbon se situe entre -30 % et +130 % (ICF Consulting, 2004). Le degré d'incertitude des données de production est faible ($\pm 2\%$), tandis que celui des coefficients d'émission est élevé (de -50 % à +200 %). Les coefficients d'émission propres au Canada sont établis en fonction des valeurs d'incertitude par défaut du GIEC. Les valeurs par défaut du GIEC devront être révisées, car elles ne permettent pas d'obtenir un degré estimatif d'incertitude représentatif lorsque les données propres au pays sont disponibles.

Mines souterraines abandonnées

Le degré d'incertitude présumé associé aux estimations des émissions provenant des mines de charbon abandonnées est la valeur de -50 à +200 % par défaut du GIEC (2006).

3.3.1.4. AQ/CQ et vérification

Les émissions de CH₄ provenant des mines de charbon font partie d'une catégorie clé et elles ont subi des contrôles de la qualité conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Au nombre des contrôles figure un examen des données sur les activités, de la cohérence des séries chronologiques, des coefficients d'émission, des documents de référence, des coefficients de conversion et de l'étiquetage des unités, de même que du calcul type des émissions. Les contrôles de la qualité n'ont révélé aucune erreur mathématique. Les données et les méthodes relatives aux activités de CQ sont illustrées et archivées sur support électronique. Les mines souterraines abandonnées ont aussi été soumises à des CQ, tel qu'il a été indiqué ci-dessus.

3.3.1.5. Recalculs

Extraction et manutention du charbon

Aucun nouveau calcul n'a été effectué.

Mines souterraines abandonnées

Aucun nouveau calcul n'a été effectué.

3.3.1.6. Améliorations prévues

Extraction et manutention du charbon

Aucune amélioration n'est prévue à l'heure actuelle.

Mines souterraines abandonnées

À l'heure actuelle, il n'y a aucune amélioration prévue.

3.3.2. Pétrole et gaz naturel (catégorie 1.B.2 du CUPR)

3.3.2.1. Description de la catégorie de source

Les émissions fugitives de la catégorie du pétrole et du gaz naturel englobent les émissions attribuables à la production et à la transformation du pétrole et du gaz naturel, à l'exploitation des sables bitumineux, à l'extraction du bitume, à la production de bitume *in situ*, à la valorisation du pétrole/bitume lourd, au raffinage du pétrole, ainsi qu'au transport, au stockage et à la distribution du gaz naturel. Les émissions attribuables à la combustion de combustibles dans les installations de l'industrie du pétrole et du gaz (utilisés à des fins énergétiques) sont comprises dans les sous-catégories Raffinage du pétrole, Fabrication des combustibles solides et autres industries énergétiques et Transport par pipeline.

La catégorie du pétrole et du gaz naturel comporte trois composantes principales : secteur amont du pétrole et du gaz (PGA), bitume et sables bitumineux et secteur aval du pétrole et du gaz.

Secteur amont du pétrole et du gaz

Le secteur amont du pétrole et du gaz (PGA) comprend toutes les émissions fugitives attribuables à l'exploration, à la production, à la transformation et au transport du pétrole et du gaz naturel, à

l'exception des émissions de l'exploitation des sables bitumineux, et des activités de valorisation du pétrole et du bitume lourds. Les émissions peuvent être le fait de fuites du matériel d'exploitation (robinets de purge, équipements pneumatiques alimentés aux gaz de combustion), de joints défectueux (brides et soupapes), de l'utilisation de gaz naturel pour produire de l'hydrogène, d'accidents, de déversements et de rejets délibérés.

Les sources d'émissions sont réparties selon les grands groupes suivants :

Forage des puits de pétrole et de gaz et essais

connexes : Le forage de puits de pétrole et de gaz est une source d'émissions mineure. Les émissions proviennent des essais en cours de forage, du rejet des gaz contenus dans les boues légères de forage et de la volatilisation des boues lourdes de forage.

Entretien des puits de pétrole et de gaz et essais

connexes : L'entretien des puits constitue aussi une source mineure d'émissions fugitives, qui proviennent principalement de l'évacuation et du torchage. Les émissions provenant de la combustion de combustibles aux fins de l'entretien des puits et des essais connexes sont incluses dans la combustion de carburant dans les sources stationnaires. Les émissions attribuables à l'évacuation et au torchage sont divisées en trois types d'activités d'entretien : l'entretien non conventionnel (p. ex. la fracturation hydraulique), l'entretien conventionnel (p. ex. les réparations et les inspections des puits, les activités de cimentation) et les traitements de purge pour les puits de gaz naturel peu profonds. Même si les volumes brûlés à la torche et évacués sont déclarés directement aux responsables de la réglementation provinciale, les sources de données provinciales n'attribuent pas toujours les volumes consignés au bon sous-secteur. Par exemple, les émissions provenant de la complétion de puits qui résultent du reflux aux puits soumis à une fracturation hydraulique peuvent être déclarées aux phases du forage, de l'entretien, des essais ou de la production. On présume que les risques d'émissions fugitives attribuables à des équipements qui fuient sont insignifiants. Les émissions fugitives des essais d'éruption libre sont jugées négligeables.

Production de gaz naturel : La production de gaz naturel se fait exclusivement dans des puits de gaz ou parallèlement à l'exploitation de puits de pétrole, de pétrole lourd et de bitume naturel dotés de dispositifs

de conservation du gaz. Les sources d'émissions attribuables à la production de gaz naturel sont les puits, les systèmes de collecte, les installations de terrain et les stations de pré transformation du gaz. La majeure partie des émissions est due à des fuites d'équipements, comme les fuites des joints; toutefois, les rejets provenant du gaz qui sert à l'alimentation des équipements pneumatiques et aux opérations de nettoyage des conduites sont également des sources importantes.

Production de pétrole léger et moyen : Les pétroles légers et moyens ont une densité inférieure à 900 kg/m³. Les émissions fugitives proviennent des puits, des conduites d'écoulement ou des stations de pré-transformation (simples, satellites ou centrales). Les principales sources d'émissions sont l'évacuation des gaz dissous et les pertes par évaporation des installations de stockage.

Production de pétrole lourd : Le pétrole lourd a une densité supérieure à 900 kg/m³. Sa production exige des infrastructures spécialisées. Il existe en général deux types de systèmes de production de pétrole lourd : les systèmes primaires et les systèmes thermiques. Les sources d'émissions des deux types sont les puits, les conduites d'écoulement, les stations de pré-transformation (simples et satellites) et les installations d'épuration. La principale source est l'évacuation des gaz dissous et des tubages.

Production de bitume *in situ* : Le bitume naturel est un liquide dense et extrêmement visqueux qu'il est impossible d'extraire d'un puits par des moyens de production primaires. Il faut un procédé amélioré de récupération pour récupérer les hydrocarbures du gisement (p. ex. la méthode de production à froid de pétrole lourd avec sable, l'injection cyclique de vapeur, la stimulation, le drainage par gravité au moyen de vapeur et des méthodes expérimentales, telles que l'injection pneumatique par dispositif de puits horizontal et vertical, l'injection de vapeur de solvant et le drainage par gravité au moyen de combustion dans des puits verticaux). Les sources d'émission sont les puits, les conduites d'écoulement, les stations de pré-transformation et les installations d'épuration. La principale source des émissions est l'évacuation des gaz des tubages.

Traitement du gaz naturel : On traite le gaz naturel avant qu'il pénètre dans les conduites de transport pour en éliminer la vapeur d'eau, les contaminants et les hydrocarbures condensables. Il existe quatre

types différents d'installations de gaz naturel : les installations de gaz non sulfureux, les installations de gaz sulfureux qui procèdent au torchage des gaz de combustion, les installations de gaz sulfureux qui procèdent à l'extraction du soufre élémentaire, et les installations de chevauchement. Les installations de chevauchement sont situées le long des conduites de transport et elles procèdent à la récupération des hydrocarbures résiduels. Leur structure et leur fonction sont similaires à celle d'autres usines de gaz. Les fuites des équipements sont la principale source des émissions.

Transport du gaz naturel : La quasi-totalité du gaz naturel produit au Canada est transportée depuis les usines de transformation jusqu'aux systèmes locaux de distribution par gazoduc. Les volumes transportés par camion sont faibles et considérés comme négligeables. Les sources des émissions des systèmes de transport du gaz sont les fuites des équipements et les conduites d'évacuation. L'évacuation des procédés englobe diverses activités comme le démarrage du compresseur et la purge des conduites pour l'entretien. Les fuites des équipements sont la principale source des émissions.

Transport de produits liquides : Le transport de produits liquides depuis les installations de transformation sur place jusqu'aux raffineries ou aux distributeurs génère des émissions attribuables au chargement et au déchargement des camions-citernes, aux pertes en cours de stockage, aux fuites des équipements et aux conduites d'évacuation. Parmi les produits transportés figurent les gaz de pétrole liquéfiés (GPL) (transportés par voie de surface et dans des gazoducs à forte pression de vapeur), les pentanes et homologues supérieurs (transportés par voie de surface et par des oléoducs à faible pression de vapeur) et le pétrole brut.

Accidents et défaillances d'équipements : Les émissions fugitives peuvent dépendre d'une erreur humaine ou de défauts ponctuels des équipements dans tous les segments d'amont de l'industrie pétrolière et gazière (PGA) classique. Les principales sources d'émission sont les ruptures de canalisations, les explosions des puits et les déversements. Les émissions découlant de l'élimination et de l'épandage sur les sols des déversements ne sont pas comprises, faute de données suffisantes.

Systèmes de purge des tubages de surface et migration des gaz : Dans certains puits, les liquides du gisement avoisinant pénètrent dans les tubages de surface. Selon le puits, les liquides sont recueillis, scellés dans le tubage, brûlés par torchage ou évacués. Les émissions des liquides évacués sont estimées dans cette section. Dans certains puits, en particulier dans la région de Lloydminster (Alberta), du gaz peut s'échapper à l'extérieur du puits à cause d'une fuite dans la colonne d'extraction ou d'une zone gazifière dans laquelle on a pénétré sans l'exploiter. On a estimé les émissions du gaz qui s'échappe à la surface par les couches avoisinantes.

Puits de pétrole et de gaz abandonnés

Les puits de pétrole et de gaz doivent être bouchés à l'aide de ciment avant leur abandon afin de prévenir les fuites de gaz du puits et la migration du pétrole et du gaz vers les couches avoisinantes. Malgré la réglementation sur l'abandon des puits, il existe des puits qui n'ont pas été déclassés de façon appropriée. De nombreuses raisons expliquent cette situation, notamment l'abandon avant l'adoption d'un règlement et la faillite du propriétaire du puits. Bien que des émissions s'échappent des puits bouchés et non bouchés, les émissions provenant de puits non bouchés sont considérablement plus élevées que celles des puits bouchés.

Bitume et sables bitumineux

Cette composante englobe les émissions des installations d'extraction de sables bitumineux à ciel ouvert et de valorisation du pétrole/bitume lourd en vue de produire du pétrole brut synthétique et d'autres produits dérivés destinés à la vente. Les émissions fugitives sont avant tout attribuables à : la production d'hydrogène, la désulfuration des gaz de combustion (DGC), l'évacuation et torchage, les fuites lors du stockage et de la manutention, les fuites fugitives des équipements, et au CH₄ provenant des mines à ciel ouvert et des bactéries méthanogènes dans les bassins de décantation des résidus miniers.

Secteur aval du pétrole et du gaz

Le secteur aval du pétrole et du gaz comprend l'ensemble des émissions fugitives de la production de produits pétroliers raffinés et la distribution du gaz naturel aux utilisateurs finaux. Les émissions

déclarées s'inscrivent dans deux groupes principaux décrits ci-après :

Raffinage du pétrole : Les trois principales sources d'émissions fugitives provenant du raffinage sont les procédés, les émissions accidentelles et le torchage. Les émissions de procédés sont attribuables à la production d'hydrogène ainsi qu'aux conduites d'évacuation. Les émissions fugitives accidentelles sont dues à des fuites d'équipement, au traitement des eaux usées, aux tours de refroidissement, aux réservoirs de stockage et aux opérations de chargement. Les émissions attribuables au torchage résultent de la combustion des gaz de combustion dangereux (comme les gaz corrosifs) et des gaz combustibles (gaz naturel). Les émissions de GES attribuables à la combustion de combustibles à des fins énergétiques sont déclarées dans la catégorie des industries énergétiques.

Distribution du gaz naturel : Le réseau de distribution du gaz naturel reçoit du gaz à haute pression à l'entrée du réseau de transport et le distribue aux consommateurs par son réseau local de gazoducs. Les principales sources d'émission sont des émissions fugitives provenant des conduites maîtresses et de branchement et des stations de comptage et de régulation.

3.3.2.2. Questions de méthodologie

Secteur amont du pétrole et du gaz

Les émissions fugitives du secteur amont de l'industrie pétrolière et gazière classique sont basées sur deux études distinctes qui respectent la même méthodologie : une étude, réalisée par l'ACPP et intitulée *A National Inventory of Greenhouse Gas (GHG), Criteria Air Contaminant (CAC) and Hydrogen Sulphide (H₂S) Emissions by the Upstream Oil and Gas Industry* (CAPP, 2005)—appelée l'étude de l'ACPP dans le présent document—et une mise à jour apportée à cet inventaire en 2014 par Clearstone Engineering Ltd. pour Environnement Canada—appelée l'étude sur le PGA (Clearstone, 2014) dans le présent rapport.

L'étude de l'ACPP a fourni un inventaire approfondi des émissions attribuables à l'industrie du PGA pour l'année 2000. De même, l'étude sur le PGA estime les émissions des années 2005 et 2011. Pour les deux études, les inventaires d'émissions respectifs

ont été établis selon une évaluation ascendante de niveau 3 du GIEC, qui consistait à commencer l'évaluation à l'échelle des installations et des unités de traitement individuelles et à regrouper les résultats afin d'obtenir, au final, des estimations des émissions par installation et par région géographique. Les actifs et les activités du secteur du PGA canadien sont vastes. Par conséquent, l'inventaire des émissions de 2011 a visé quelque 300 000 puits pétroliers et gaziers exploitables, 14 100 installations produisant du gaz pour plus de 5 000 systèmes de collecte reliés à près de 750 usines à gaz, et 24 000 installations pétrolières fournissant 150 terminaux de stockage, tous interreliés par des dizaines de milliers de kilomètres de pipelines transportant les hydrocarbures entre les puits, les installations et les usines, avant de les acheminer aux marchés. La base de données de l'inventaire de 2011 ainsi produite contient plus de 7,5 millions de sources ponctuelles. L'inventaire comprend les estimations des émissions attribuables au torchage, à l'évacuation, aux fuites des équipements, aux rejets de CO₂ des gisements, aux pertes durant l'entreposage, aux pertes durant le chargement et le déchargement, et aux rejets accidentels.

Une foule de données ont été recueillies et utilisées pour les deux études, notamment diverses données sur les activités des installations, comme les données sur la comptabilité de production (p. ex. volumes brûlés par torchage et évacués) et l'équipement. Les coefficients d'émission de l'étude proviennent de diverses sources : rapports publiés, données fournies par les fabricants d'équipements, valeurs observées de l'industrie, débits d'évacuation mesurés, programmes de simulation et autres études de l'industrie. On trouvera une liste des coefficients d'émission utilisés dans le volume 5 de l'étude de l'ACPP (CAPP, 2005) et dans le volume 4 de l'étude sur le PGA (Environnement Canada, 2014).

Les émissions fugitives relatives à la période 1990–1999 ont été estimées à partir des données annuelles sur les activités et des résultats pour les émissions de l'an 2000. Les estimations de 1990–1999 et la méthode sont présentées dans le volume 1 de l'étude de l'ACPP. Les émissions fugitives pour la période 2001–2004 ont été estimées d'après les résultats de 2000 (CAPP, 2005) et de 2005 (Clearstone, 2014) ainsi que d'après les données d'activité annuelles de l'industrie et des méthodes d'interpolation. De même, les émissions pour 2006–2010 ont été estimées d'après les résultats

de 2005 et 2011 (Clearstone, 2014) ainsi que d'après les données d'activité annuelles de l'industrie et des méthodes d'interpolation. À partir de 2012, les résultats pour les émissions de 2011 (Clearstone, 2014) sont utilisés conjointement avec les données d'activité annuelles pour estimer les émissions. L'annexe 3.2 fournit une description plus détaillée de la méthodologie.

Puits de pétrole et de gaz abandonnés

Les émissions attribuables aux puits abandonnés sont estimées à l'aide de la méthode de niveau 1 du GIEC. Les coefficients d'émission du CH₄ ont été tirés d'une étude sur les puits de pétrole et de gaz abandonnés aux États-Unis intitulée *Emissions of Coalbed and Natural Gas Methane from Abandoned Oil and Gas Wells in the United States* (Townsend-Small et al., 2016). Le dénombrement annuel des puits abandonnés est fourni par les bases de données provinciales. Se reporter à la section A3.2.2.6 de l'annexe 3.2, pour obtenir plus de détails.

Transport et stockage du gaz naturel

Les émissions fugitives attribuables au transport du gaz naturel pour la période 1990–1996 proviennent de l'étude intitulée *CH₄ and VOC Emissions from the Canadian Upstream Oil and Gas Industry* (CAPP, 1999). Cette étude adopte rigoureusement une approche de niveau 3 du GIEC pour estimer les émissions de GES. On a estimé les émissions fugitives pour 1997–1999 et au-delà en se basant sur la longueur des gazoducs et les taux de fuite établis à l'aide des résultats de l'étude originale. Pour l'an 2000 et au-delà, les émissions sont fondées sur les données de l'étude sur le PGA (Clearstone, 2014), en fonction d'une méthode de niveau 3 du GIEC visant à compiler les émissions de GES déclarées par les entreprises de gaz naturel individuelles. Les données sur les émissions pour l'industrie du transport et du stockage du gaz naturel ont été compilées par ORTECH Consulting Inc. (2013) pour le Canadian Energy Partnership for Environmental Innovation (CEPEI). Les données pour les périodes 2000–2004, 2006–2010 et 2012–2014 ont été fournies directement par le CEPEI, toujours selon une approche de niveau 3 du GIEC. Les émissions pour 2015–2017 sont estimées en fonction de la longueur des gazoducs et de la quantité de gaz mis en stockage ou retiré du stockage. L'annexe 3.2 présente une description complète de la méthodologie.

Bitume et sables bitumineux

Les émissions fugitives de GES attribuables à l'exploitation des sables bitumineux, à l'extraction de bitume et à la valorisation du pétrole/bitume lourd proviennent de deux rapports distincts, *An Inventory of GHGs, CACs and H₂S Emissions by the Canadian Bitumen Industry: 1990 to 2003* (ACPP, 2006), (ci-après appelé l'étude sur le bitume) et préparé par Clearstone Engineering Ltd., et une mise à jour de l'étude réalisée en 2017 par Clearstone Engineering Ltd. pour Environnement et Changement climatique Canada intitulée *An Inventory of GHGs, CACs and Other Priority Emissions by the Canadian Oil Sands Industry: 2003 to 2015* (Clearstone, 2017) (ci-après appelée l'étude sur les sables bitumineux).

Chaque exploitant de l'industrie de l'extraction et de la valorisation des sables bitumineux s'est servi de l'approche de niveau 3 du GIEC pour élaborer une estimation des émissions détaillée. Les inventaires des installations ont été revus afin de s'assurer que leurs estimations étaient complètes, exactes et transparentes. Les études d'AQ/CQ et une analyse d'incertitude conforme aux Recommandations du GIEC (GIEC, 2000) ont également été effectuées.

L'étude sur le bitume (ACPP, 2006) est la source des données utilisées pour le calcul des estimations des émissions fugitives pour la période 1990–2003, et l'étude sur les sables bitumineux (Clearstone, 2017) est la source des estimations des émissions fugitives pour la période 2004–2017. Un modèle d'estimation pour les sables bitumineux (ci-après appelée le modèle des sables bitumineux) a été mis au point pour permettre de faire des mises à jour annuelles des émissions fugitives provenant de l'extraction des sables bitumineux et des activités de valorisation du pétrole lourd et du bitume pour 2003 et au-delà. Le modèle des sables bitumineux a été élaboré à l'aide des paramètres et des résultats pertinents de l'étude sur les sables bitumineux, de même que des données annuelles sur ses activités. Les données sur les activités nécessaires à l'utilisation de ce modèle proviennent dans les deux rapports suivants : *Alberta Mineable Oil Sands Plant Statistics* de l'Alberta Energy Regulator (AER, 2017) et le rapport annuel de Husky Energy Inc (Husky, 2018). L'annexe 3 présente un résumé de la méthode d'estimation du modèle des sables bitumineux.

Les émissions des installations d'exploitation des sables bitumineux non incluses dans le modèle sur les

sables bitumineux, comme celles de Horizon Liquid Extraction Plant, de Fort Hills Mine et de Sturgeon Refinery, ont été estimées à l'aide des coefficients d'émission établis pour des installations de même nature ou des données sur les émissions déclarées au Programme de déclaration des gaz à effet de serre (PDGES). Se reporter à l'annexe 3 pour obtenir plus de détails.

L'installation de valorisation de Scotford exploitée par Shell Canada Energy a commencé à capturer les émissions de CO₂ émises par son usine de production d'hydrogène en 2015. Le CO₂, capté qui est transporté et injecté dans un site de stockage, est soustrait des estimations des émissions de CO₂ résultant de l'évacuation pour cette installation.

Production aval de pétrole et de gaz

Les émissions fugitives des raffineries sont établies à partir de l'étude de l'Institut canadien des produits pétroliers (ICPP) intitulée *Economic and Environmental Impacts of Removing Sulphur from Canadian Gasoline and Distillate Production*, préparée par Purvin & Gertz Inc. avec la collaboration de Levelton Consultants Ltd. (ICPP, 2004). Pour en savoir davantage sur cette étude, voir le rapport de l'ICPP. On a recueilli des données historiques sur les combustibles, l'énergie et les émissions auprès du Centre canadien de données et d'analyse de la consommation finale d'énergie dans l'industrie (CIEEDAC) et directement auprès des raffineries pour les années 1990 et 1994 à 2002. Les émissions fugitives, de torchage et d'évacuation pour les années 1991 à 1993 et de 2003 à 2017 ont été extrapolées à partir des données qui figurent dans le rapport de l'ICPP et des données sur la consommation et la production d'énergie des raffineries de pétrole que l'on trouve dans le BDEEC (Statistique Canada, 1990—). L'annexe fournit une description détaillée de la méthodologie utilisée pour estimer les émissions entre 1991 et 1993 et à partir de 2003.

Distribution du gaz naturel

Les estimations des émissions pour la période 1990–1999 proviennent d'une étude de l'Association canadienne du gaz (ACG, 1997), qui a estimé les émissions de l'industrie canadienne des gazoducs pour les années 1990 et 1995 au moyen d'une méthode de niveau 3 du GIEC. Les émissions

de l'étude ont été calculées à partir des coefficients d'émission de l'EPA des États-Unis, d'autres sources publiées et d'estimations techniques. Les données relatives aux activités qui figurent dans l'étude proviennent de sources publiées et d'enquêtes spécialisées auprès des compagnies de distribution de gaz. Les enquêtes avaient pour but d'obtenir des données sur les calendriers d'utilisation des équipements, les paramètres de fonctionnement des équipements, la longueur des gazoducs utilisés dans le réseau canadien de distribution, etc. En 2000, le Gas Research Institute (GRI) a examiné l'étude de l'ACG (1997) et l'a actualisée avec des données plus documentées et plus précises pour les opérations de dégazage des stations (GRI, 2000). Des coefficients d'émission généraux ont été conçus pour le réseau de distribution en fonction des données de l'étude (ACG, 1997; GRI, 2000) et de la longueur des gazoducs de distribution par province fournie par Statistique Canada.

Pour l'an 2000 et au-delà, les émissions sont fondées sur les données de l'étude sur le PGA (Clearstone, 2014), établies selon une méthode de niveau 3 du GIEC visant à compiler les émissions de GES déclarées par les entreprises gazières individuelles. Les données sur les émissions de l'industrie de la distribution du gaz naturel ont été compilées par ORTECH Consulting Inc. (2013) pour le Canadian Energy Partnership for Environmental Innovation (CEPEI). Les données des périodes 2000–2004, 2006–2010 et 2012–2014 ont été fournies directement par le CEPEI, toujours selon une méthode de niveau 3 du GIEC. Les émissions pour 2015–2017 sont estimées en fonction de la longueur des gazoducs. L'annexe 3.2 présente plus de détails sur la méthode utilisée pour estimer les émissions fugitives des réseaux de distribution de gaz naturel.

3.3.2.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Secteur amont du pétrole et du gaz

Le degré global d'incertitude pour les émissions fugitives attribuables au secteur amont du pétrole et du gaz naturel pour 2017 est de -9,1 % à +10,3 %. Le Tableau 3–10 énumère les degrés d'incertitude pour les catégories précises du secteur du PGA. À noter que l'industrie du transport du gaz comprend le transport, le stockage et la distribution du gaz naturel. Le degré d'incertitude le plus élevé est associé aux accidents et aux défaillances du matériel, tandis que la production et le transport du pétrole sont associés au degré d'incertitude le plus faible.

Les degrés d'incertitude ont été établis au moyen de la méthode d'incertitude de niveau 1 qui figure dans les Recommandations du GIEC (GIEC, 2000). Selon le guide, il y a trois sources d'incertitude : les définitions, la variabilité naturelle du procédé à l'origine des émissions et l'évaluation du procédé ou des quantités. L'analyse a seulement tenu compte des deux dernières sources d'incertitude; il a été présumé que les degrés d'incertitude liés aux définitions étaient négligeables puisqu'ils sont maîtrisés par les procédures d'AQ/CQ.

Bitume et sables bitumineux

Le degré d'incertitude global des estimations des émissions fugitives attribuables au bitume et aux sables bitumineux en 2017a été de -19,7 % à +20,6 %, d'après l'étude sur les sables bitumineux (Clearstone, 2017). Une évaluation de niveau 1 du GIEC sur le degré d'incertitude a été effectuée pour chaque installation d'extraction et de traitement des sables bitumineux; on peut trouver tous les détails sur

Tableau 3–10 Degré d'incertitude associé aux émissions fugitives attribuables au secteur amont du pétrole et du gaz naturel

Catégorie de source de GES	Incertitude (%)					
	Production pétrolière et transport du pétrole	Production/traitement du gaz naturel	Transport du gaz naturel	Accidents et défauts de l'équipement	Forage, entretien et essais de puits	Puits de pétrole et de gaz abandonnés
Torchage	-8,9 à +8,7	-6,9 à +6,8	-15,8 à +20,5	—	-25,0 à +22,6	—
Émissions fugitives	-10,8 à +10,9	± 12,2	-26,4 à +27,8	± 50,3	-23,2 à +25,8	-48,8 à +72,6
Évacuation	-8,4 à +8,7	-9,5 à +23,5	-20,2 à +22,8	—	-38,6 à +43,9	—
Total	-6,0 à +6,2	-7,4 à +17,5	-19,5 à +20,6	± 50,3	-23,8 à +21,5	-48,8 à +72,6

l'évaluation dans le rapport de l'étude sur le bitume (CAPP, 2006) et l'étude sur les sables bitumineux (Clearstone, 2017). Le Tableau 3-11 montre les degrés d'incertitude à l'échelle des installations regroupées par source d'émission.

Secteur aval du pétrole et du gaz

L'étude de l'ICPP (2004) fournit les données utilisées dans l'inventaire des émissions fugitives des raffineries pour les années 1990 et 1994 à 2002. Le degré d'incertitude pour les années 1991-1993 et 2003-2012 est supérieur en raison du niveau disponible de subdivision des données sur les activités. À des fins de comparaison, des analyses de niveau 1 et de niveau 2 ont fourni les degrés d'incertitude globaux du CO₂ pour les coefficients d'émission et les données sur les activités de 2002 (ICPP, 2004).

Pour l'analyse de niveau 1, le degré d'incertitude global était de $\pm 8,3\%$. L'analyse de niveau 2 a établi un degré d'incertitude global de $\pm 14\%$. L'écart entre le degré d'incertitude des analyses de niveau 1 et de niveau 2 est sans doute attribuable au fort degré de variabilité de certains des coefficients d'émission. Le Tableau 3-12 présente les résultats des analyses d'incertitude.

3.3.2.4. AQ/CQ et vérification

Pour assurer l'exactitude des résultats, les études de l'ACPP et sur le PGA (ACPP, 2005; Clearstone, 2014) ont fait l'objet des procédures d'AQ/CQ suivantes. En premier lieu, tous les résultats ont été examinés à l'interne par du personnel chevronné pour s'assurer qu'il n'y avait pas d'erreurs, d'omissions ou de double comptabilisation. De plus, des entreprises privées ont examiné et commenté le rapport. Le comité directeur du projet et des experts désignés ont réalisé un deuxième niveau d'examen. En outre, dans la mesure du possible, on a comparé les résultats aux données de base antérieures et à d'autres inventaires industriels

Tableau 3-11 Degré d'incertitude associé aux émissions fugitives attribuables au bitume et aux sables bitumineux	
Catégorie de source de GES	Incertainité (%)
	Bitume et sables bitumineux
Torchage	-23,4 à +23,5
Émissions fugitives	-28,9 à +34,8
Ventilation	-31,0 à +31,5
Global	-19,7 à +20,6

et nationaux. Les anomalies ont été vérifiées au moyen d'un examen des niveaux d'activité, des réformes apportées à la réglementation et des initiatives volontaires de l'industrie.

3.3.2.5. Recalculs

Les émissions fugitives attribuables à l'industrie du pétrole et du gaz naturel ont été révisées pour la période 1990-2015 en raison de changements aux données sur les activités, de la mise en œuvre d'une méthode pour estimer les émissions provenant des puits de pétrole et de gaz abandonnés et de l'intégration des résultats de l'étude sur les sables bitumineux (Clearstone, 2017). Se reporter au Tableau 3-2 pour un résumé des nouveaux calculs. Les estimations des émissions fugitives attribuables aux activités d'extraction du charbon n'ont pas changé.

Les améliorations suivantes ont mené à des nouveaux calculs pour les estimations des émissions fugitives imputables à l'industrie du pétrole et du gaz naturel :

- **Extraction et valorisation des sables bitumineux :** La mise en œuvre des résultats de l'étude sur les sables bitumineux (Clearstone, 2017) dans l'inventaire s'est soldée par de nombreux changements aux estimations historiques.
 1. **Raffinerie Co-op :** La raffinerie Co-op à Regina a été incluse en tant qu'installation de valorisation dans l'étude sur le bitume (ACPP, 2006), mais non dans l'étude sur les sables bitumineux (Clearstone, 2017), étant donné qu'elle déclare des données à Statistique Canada en tant que raffinerie. À des fins d'uniformité, la raffinerie Co-op a été supprimée de l'ensemble de la série chronologique étant donné que Statistique Canada comprend la raffinerie Co-op dans son enquête sur les raffineries; de plus, toute production et utilisation de combustible à cette installation est saisie sous Raffinage de pétrole dans le BDEEC.
 2. **Évacuation :** De 1993 à 2003, les émissions ont diminué, variant de 0,5 Mt d'éq. CO₂ en 1994 à 0,08 Mt en 2003, en raison du retrait de la raffinerie Co-op. De 2004 à 2016, les émissions ont augmenté, variant de 0,6 Mt en 2004 à 1,9 Mt en 2015. Cela s'explique principalement par les augmentations dans les émissions de CO₂ d'évacuation attribuables à la production d'hydrogène dans plusieurs installations de valorisation.

- 3. CO₂ capté** : Dans l'inventaire antérieur, le CO₂ capté à l'installation de valorisation de Scotford a été mal soustrait des émissions de combustion dans la sous-catégorie Raffinage de pétrole (1.A.1.b). Comme le CO₂ capté à cette installation provient de la production de H₂, il est soustrait de l'évacuation dans cet inventaire. Ainsi, les émissions sont diminuées de 0,4 Mt en 2015 et de 1,1 Mt en 2016. Comme il s'agit d'une réattribution, la sous-catégorie de raffinage de pétrole subit une augmentation équivalente.
- 4. Torchage** : De 2003 à 2016, les estimations des émissions attribuables au torchage ont changé en raison des nouveaux résultats de l'étude. Une hausse dans les émissions attribuables au torchage en 2013 ont mené à une augmentation de 0,8 Mt, dont la plupart (0,6 Mt) était liée à des perturbations à une installation en particulier.
- 5. Autres émissions fugitives** : À compter de 2003, il y a une diminution considérable des autres émissions fugitives attribuables aux sables bitumineux, qui comprennent des émissions provenant des bassins de résidus, du front d'avancement, des pertes durant le stockage et des fuites des appareils.
- **Front d'avancement exposé** : Les émissions provenant du front d'avancement exposé ont contribué en grande partie à la diminution. À compter de 2003, les estimations des émissions provenant de front d'avancement ont diminué, variant de 0,2 Mt en 2003 à 1,5 Mt en 2016.
 - **Bassins de résidus** : À compter de 2003, les estimations des émissions ont diminué, variant de 0,05 Mt en 2003 à 0,5 Mt en 2016.
 - **Pertes durant le stockage** : Il y a eu des diminutions dans les émissions provenant des cuves de stockage de 2003 à 2016, variant de 0,09 Mt en 2003 à 0,7 Mt en 2016.
 - **Fuites des appareils** : Les estimations ont diminué légèrement (~0,005 à 0,03 Mt) d'après les données tirées de l'étude sur les sables bitumineux.
- 6. Puits de pétrole et de gaz abandonnés** : L'inclusion des estimations liées aux puits de pétrole et de gaz abandonnés a mené à une augmentation des émissions dans l'ensemble de la série chronologique. L'inclusion de cette source a fait en sorte que les émissions ont augmenté de 0,04 Mt en 1990 et de 0,2 Mt en 2016.
- 7. Données sur les activités de torchage** : Les estimations des émissions attribuables au torchage ont été révisées d'après les données sur les activités mises à jour de 1990 à 2009. La plupart des années, il y a eu une augmentation des émissions, variant de 0,002 Mt en 2009 à 0,8 Mt en 1992. Les émissions ont diminué en 1997, en 2002, en 2003 et en 2005 de 0,2, de 0,006, de 0,02 et de 0,07 Mt, respectivement.
- 8. Production de gaz non associé** : Les émissions fugitives provenant de fuites d'appareils et les émissions d'évacuation non déclarées provenant d'un segment de l'industrie de production de gaz naturel sont maintenant estimées à l'aide des données sur la production de gaz non associé pour les provinces de l'Alberta, de la Colombie-Britannique et de la Saskatchewan. Étant donné que les émissions fugitives de ce segment proviennent des unités gazières, seule la production de gaz non associé devrait servir à extrapoler les émissions. Auparavant, la production de gaz naturel brute était utilisée, qui comprend également la production de gaz qui est effectuée dans les installations de pétrole brut (c'est-à-dire la production de gaz associé). Cette situation a mené à de nouveaux calculs de -0,2, de -0,4, de -0,8, de -0,5 et de -0,3 Mt de 2012 à 2016, respectivement.
- 9. Autres données sur les activités** : Des révisions supplémentaires aux données sur les activités entre 2014 et 2016 se sont traduites par des changements mineurs dans les estimations des émissions.

3.3.2.6. Améliorations prévues

Pétrole et gaz en amont

Comme nous l'avons expliqué précédemment, les estimations des émissions de l'industrie du pétrole et du gaz en amont reposent actuellement sur des études détaillées qui sont menées environ tous les cinq à dix ans, et les émissions des années intermédiaires sont extrapolées à partir de l'ensemble de données le plus récent. Cette approche ne facilite pas l'intégration de nouvelles données scientifiques (c.-à-d. les coefficients d'émission) à mesure qu'elles deviennent disponibles, et ne tient pas compte non plus de façon appropriée et en temps opportun des

répercussions sur les émissions des améliorations technologiques ou de la réglementation. Des travaux ont donc été entrepris en vue de la conception d'une méthode robuste et plus souple pour l'estimation des émissions. En outre, l'organisme de réglementation de l'énergie en Alberta (AER) a fourni de nouvelles données sur l'évacuation accidentelle de gaz par les événements du tubage de surface des puits, qui représente actuellement 13 % des émissions fugitives totales du secteur pétrolier et gazier. Ces nouvelles données font maintenant l'objet d'un examen, et une méthode permettant de les intégrer est en cours d'élaboration.

3.4. Transport et stockage du CO₂ (catégorie 1.C du CUPR)

Le transport et le stockage du dioxyde de carbone impliquent le captage du CO₂ anthropique et son transport jusqu'à une installation de stockage ou des activités de récupération assistée des hydrocarbures (RAH). Le Tableau 3-13 indique les deux sources de CO₂ transportées au Canada. Le CO₂ importé de la Dakota Gasification Company dans le Dakota du Nord (États-Unis) et le CO₂ capté au pays à la centrale Boundary Dam de SaskPower et à la raffinerie de Scotford. En 2017, les émissions de CO₂ provenant de ces pipelines étaient d'environ 0,3 kt, une augmentation de 0,18 kt depuis 2000, comme le montre le Tableau 3-14.

Il existe au Canada trois pipelines de transport du CO₂, dont deux sont associés à l'utilisation du dioxyde de carbone dans un processus de récupération assistée des hydrocarbures (RAH). Il n'y a pas d'estimation des émissions attribuables au stockage, étant donné que le processus de RAH récupère l'ensemble du CO₂ à des fins de réutilisation. Toutes les émissions nettes issues de ces activités sont incluses dans l'inventaire du Canada, dans les catégories des

industries énergétiques (1 A.1) et du pétrole et du gaz naturel et autres émissions imputables à la production d'énergie (1 B.2). Se reporter à la section 3.5.2 pour plus de détails.

Utilisation du CO₂ capté aux fins de récupération assistée des hydrocarbures (RAH)

Au Canada, le CO₂ capté aux États-Unis et à une centrale au charbon de la Saskatchewan durant la gazéification du charbon est utilisé comme agent d'injection dans la RAH pour accroître le volume d'extraction de pétrole brut dans deux gisements de pétrole en voie d'épuisement. Le dioxyde de carbone utilisé comme agent d'injection dans la RAH agit comme un solvant et contribue à augmenter la pression à l'intérieur du réservoir, ce qui facilite l'extraction des hydrocarbures emprisonnés dans le sol. Le processus d'injection à haute pression a aussi pour effet d'emprisonner le CO₂ dans les espaces vides précédemment occupés par les molécules d'hydrocarbures. Dans le futur, une fois que le réservoir sera épuisé, celui-ci permettra le stockage géologique à long terme du CO₂.

On a employé cette méthode pour la première fois en 2000 au site de Weyburn et en 2005 au champ de pétrole Midale exploité par l'entreprise Apache dans le but d'allonger d'une trentaine d'années la durée de vie de ces réservoirs parvenus à maturité. Le dioxyde de carbone acheté auprès de la Dakota Gasification Company, située dans le Dakota du Nord, et de la centrale au charbon de Boundary Dam de SaskPower est transporté par pipeline. Depuis le 1^{er} janvier 2018, environ 1,8 Mt de CO₂ a été capté à la centrale de Boundary Dam et transporté jusqu'au site de Weyburn (SaskPower, 2018). Ce nouvel approvisionnement et le CO₂ récupéré au cours de cycles d'injection précédents sont combinés, puis injecté dans le réservoir. À l'heure actuelle, on injecte environ 2,8 Mt par année de CO₂

Tableau 3-12 Degré d'incertitude des émissions fugitives du raffinage du pétrole

	Incertainitude (%)			
	Global	À l'exclusion des gaz de combustion des raffineries	À l'exclusion des gaz brûlés par torchage	À l'exclusion des gaz de combustion et des gaz brûlés des raffineries
Niveau 1	± 8,3	± 4,3	± 8,3	± 8,3
Niveau 2	± 14	± 5	± 14	± 14

Tableau 3-13 Quantités de CO₂ importées et captées

Source de capture de CO ₂	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Importé	NE	NE	1 800	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Capté au pays	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	100	800	1 900	1 600

NE = Non existant

Tableau 3-14 Émissions de CO₂ provenant des systèmes de transport et de stockage

Catégorie de source de GES	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Transport et stockage (1.C)	NE	NE	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,20	0,30	0,30

NE = Non existant

dans les champs de Midale et de Weyburn⁶. De 2000 à 2017, dans le champ de Weyburn, on a injecté plus de 30 Mt de nouveau CO₂ acheté à l'usine de gazéification Dakota à un taux d'injection de 7 kt de CO₂ par jour (PTRC, 2011). Depuis 2005, on a injecté, dans le champ Midale, plus de 3 Mt de CO₂ à un taux d'injection de 1 800 t de CO₂ par jour (PTRC, 2004).

Weyburn est à la fois un site d'injection de CO₂ dans la RAH et le site d'un programme d'étude d'envergure du stockage géologique du CO₂ dirigé par l'Agence internationale de l'énergie—Programme de R-D sur les GES (AIE GES) avec le soutien de diverses entreprises, d'instituts de recherche et de gouvernements. Les résultats de la modélisation et des simulations effectuées au cours de la première phase (de 2000 à 2004) du projet de stockage et de surveillance du CO₂ de l'AIE GES, administré par le Petroleum Technology Research Centre (PTRC), indiquent qu'après que les activités de RAH sont terminées, plus de 98 % de CO₂ demeurera emprisonné dans le réservoir de Weyburn après 5 000 ans et seulement 0,14 % sera rejeté dans l'atmosphère (Mourits, 2008). Pour un complément d'information sur ces résultats, visiter le site Web du Petroleum Technology Research Centre.

Le projet de recherche de l'AIE à Weyburn-Midale, décrite sur le site Internet du PTRC, a été centrée sur l'élaboration d'un manuel de pratiques exemplaires pour les futurs projets de stockage

géologique du CO₂. Cette recherche a fait appel à des composants techniques et non techniques, dont le choix et la caractérisation du site, la stabilité des puits, la surveillance et la vérification, l'évaluation des risques, les aspects réglementaires, l'information et la sensibilisation du public et les politiques environnementales.

Les répercussions nettes des émissions de GES attribuables à ces activités sont incluses dans l'inventaire du Canada, dans les catégories des industries énergétiques (1.A.1) et du pétrole et du gaz naturel (1.B.2).

3.4.1. Transport du CO₂—pipelines (catégorie 1.C.1.a du CUPR)

Les pipelines transportent le dioxyde de carbone capté à la Great Plains Synfuels Plant de la Dakota Gasification Company, dans le Dakota du Nord (États-Unis), et à la centrale électrique de Boundary Dam de la SaskPower près d'Estevan (dont les activités de captage ont commencé en novembre 2014) jusqu'à l'installation de RAH à Weyburn (Saskatchewan).

Un pipeline, qui fait partie du projet Quest CCS de Shell Canada, transporte le CO₂ capté à la raffinerie de Scotford, près d'Edmonton, en Alberta, vers un site de stockage géologique à long terme situé plus au nord.

⁶ Données sur l'injection de CO₂ à l'exploitation de Weyburn et Midale. Information fournie dans une présentation de F. Mourits sur un projet de surveillance et de stockage du CO₂ à Weyburn-Midale de l'AIE, Ressources naturelles Canada. Janvier 2010.

3.4.1.1. Description de la catégorie de source

La source est constituée des émissions fugitives du réseau de pipelines utilisé pour transporter le CO₂ au site d'injection.

3.4.1.2. Questions de méthodologie

Les Lignes directrices 2006 du GIEC fournissent une méthode de niveau 1 pour les émissions attribuables au transport par pipeline du CO₂. La longueur des pipelines, aussi bien entre la frontière Canada–États-Unis jusqu'à l'installation de RAH de Cenovus à Weyburn, qu'entre Boundary Dam et Weyburn, est d'environ 60 km. La longueur du pipeline entre la raffinerie de Scotford et le site de stockage géologique à long terme qui lui est associé est de 80 km. Les émissions sont calculées d'après le coefficient d'émission moyen par défaut du GIEC, soit 0,0014 kt CO₂/km de pipeline/année.

3.4.1.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Les estimations du degré d'incertitude sont les valeurs par défaut des Lignes directrices 2006 du GIEC pour les méthodes de niveau 1, soit de +200 % à -50 % (un facteur de plus ou moins 2).

3.4.1.4. AQ/CQ et vérification

Les estimations ont été soumises à des CQ conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC.

3.4.1.5. Recalculs

Aucun recalcul n'a été effectué.

3.4.1.6. Améliorations prévues

Environnement et Changement climatique Canada surveille la construction de nouveaux pipelines de transport du CO₂ en Alberta, et incorporera ceux-ci aux estimations des émissions à mesure qu'ils seront mis en service.

3.5. Autres questions

3.5.1. Émissions de CO₂ attribuables au transport de la biomasse

Conformément aux lignes directrices de la CCNUCC, le CO₂ émis par la combustion de biomasse qui sert à produire de l'énergie n'est pas compris dans les totaux du secteur de l'énergie, mais est déclaré séparément comme poste pour mémoire. Les émissions sont comptabilisées dans le secteur Attribution des terres, changements d'attribution des terres (ATCATF) où elles sont consignées comme une perte de biomasse forestière. Les émissions de CH₄ et de N₂O attribuables à la combustion de combustibles à base de biomasse sont déclarées à la rubrique Combustion de combustibles dans les catégories voulues.

3.5.1.1. Carburant éthanol

Le Tableau 3–15 présente les quantités de carburant éthanol utilisées dans le secteur des transports. Les propriétés de l'éthanol ont été établies en fonction de sa chimie et ont donné un pouvoir calorifique supérieur (PCS)⁷ de 29,67 kJ/ml, une teneur en carbone de 52,14 % et une densité de 789,3 kg/m³ (ECCC, 2017).

D'après Statistique Canada, l'éthanol est inclus dans les données de consommation d'essence du BDEEC. Le carburant éthanol est donc adopté et modélisé comme s'il était mélangé à l'essence totale pour la ou les régions. La quantité totale d'éthanol-carburant disponible par province a été attribuée à chaque mode (véhicules routiers, classes de technologie de véhicule et ensemble des véhicules hors route) selon le pourcentage de volume total d'essence. Au lieu d'élaborer des coefficients d'émission propres au CH₄ et au N₂O pour l'éthanol, le coefficient d'émission représentatif de l'essence a été appliqué selon le mode de transport et la classe de technologie. Les coefficients d'émission de CO₂ utilisés sont ceux qui reposent sur les caractéristiques chimiques réelles mentionnées plus haut et sur un taux d'oxydation de 100 %.

⁷ *Pouvoir calorifique supérieur et pouvoir calorifique inférieur* sont des expressions techniques désignant la teneur en énergie d'un combustible donné, et diffèrent en fonction de la phase de l'eau contenue dans le combustible—liquide ou gazeuse, respectivement. *Pouvoir calorifique brut* est un synonyme de *pouvoir calorifique supérieur*, et *pouvoir calorifique net* est un synonyme de *pouvoir calorifique inférieur*.

3.5.1.2. Carburant biodiesel

Le Tableau 3-16 présente les quantités de biodiesel utilisées comme carburant dans les transports. Les propriétés du biodiesel sont tirées d'une étude sur ce carburant qui a été menée entre 2004 et 2005 (BioMer, 2005). Le PCS₇ établi est de 35,18 TJ/ml, avec une teneur en carbone de 76,5 % et une densité de 882 kg/m³.

Contrairement au carburant éthanol, le biodiesel n'est pas déclaré par Statistique Canada dans les statistiques sur l'énergie produite par le carburant diesel; c'est pourquoi les volumes de biodiesel utilisés s'ajoutent aux volumes de carburant diesel du BDEEC. Le biodiesel a été adopté et modélisé comme s'il était mélangé au carburant diesel à base de combustibles fossiles pour la ou les régions. La quantité totale de carburant disponible par province a été attribuée à chaque mode (véhicules routiers, classe de technologie de véhicule, véhicules hors route, transport ferroviaire et ensemble du transport maritime intérieur) selon le pourcentage de volume total de carburant diesel à base de combustibles fossiles. Au lieu d'élaborer des coefficients d'émissions propres au CH₄ et au N₂O pour le biodiesel, le coefficient d'émission représentatif du carburant diesel à base de combustibles fossiles a été appliqué selon le mode de transport et la classe de technologie. Les coefficients d'émission de CO₂ utilisés sont ceux qui reposent sur les caractéristiques chimiques réelles mentionnées plus haut et sur un taux d'oxydation de 100 %.

Tableau 3-15 **Éthanol utilisé pour le transport au Canada**

Année	1990	2005	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Éthanol Consommé (ML)	7	253	2 336	2 341	2 441	2 392	2 432	2 516	2 472

Tableau 3-16 **Biodiesel utilisé pour le transport au Canada**

Année	1990	2005	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Biodiesel Consommé (ML)	0	0	708	713	782	771	778	749	777

CHAPITRE 4

PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DES PRODUITS (SECTEUR 2 DU CUPR)

4.1. Aperçu

Le présent chapitre aborde les émissions de gaz à effet de serre attribuables aux divers procédés industriels qui permettent la transformation chimique ou physique de matières. Parmi ces procédés figurent entre autres la production et l'utilisation de produits minéraux, la production de métaux, la fabrication de produits chimiques; la consommation d'hexafluorure de soufre (SF₆) et de trifluorure d'azote (NF₃); la production et la consommation d'halocarbures comme produits de remplacement des substances appauvrissant l'ozone (SAO); ainsi que les produits non énergétiques provenant de l'utilisation de combustibles et de solvants.

Les émissions de GES imputables à la combustion de combustibles pour la production d'énergie destinée aux activités industrielles sont attribuées au secteur de l'énergie (chapitre 3). Dans certains cas, il est difficile de faire la distinction entre les émissions dues à la consommation de combustibles pour produire de l'énergie et celles résultant de procédés industriels. Dans de tels cas et dans ceux où l'utilisation de combustibles dans un procédé industriel prédomine, les émissions sont attribuées au secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits (PIUP). Les émissions associées à l'utilisation du gaz naturel dans les secteurs pétroliers d'amont et d'aval pour produire de l'hydrogène sont considérées comme faisant partie du secteur de l'énergie.

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur des PIUP représentaient 53,8 Mt dans l'inventaire national des GES de 2017 (Tableau 4-1), comparativement à 56,6 Mt en 1990. Les émissions du secteur des PIUP représentaient 7,5 % du total canadien des émissions

4.1. Aperçu	92
4.2. Production de ciment	93
4.3. Production de chaux	96
4.4. Utilisation de produits minéraux	98
4.5. Production d'ammoniac	102
4.6. Production d'acide nitrique	103
4.7. Production d'acide adipique	105
4.8. Production de carbonate de sodium	107
4.9. Production de carbure, production de dioxyde de titane, production pétrochimique et de noir de carbone et production fluorochimique	107
4.10. Production sidérurgique	114
4.11. Production d'aluminium	116
4.12. Production de magnésium	118
4.13. Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant et utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un système de RCS	120
4.14. Industrie électronique	123
4.15. Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (catégorie 2.F du CUPR, HFC)	125
4.16. Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (catégorie 2.F du CUPR, PFC)	128
4.17. Fabrication et utilisation d'autres produits	130

de GES en 2017. Le chapitre 2 traite en détail des facteurs contribuant aux tendances à long terme et à court terme dans ce secteur.

Conformément au principe d'amélioration continue et en réponse aux commentaires émis par les experts de l'équipe d'examen (EEE) concernant les rapports antérieurs, le présent rapport tient compte des améliorations/révisions des données sur les activités, aux coefficients d'émission et/ou aux méthodes. Les répercussions des améliorations/révisions sur les estimations sont décrites en détail aux sections « Recalculs par catégorie » du présent chapitre et résumées dans le Tableau 4-2 ci-dessous.

4.2. Production de ciment (catégorie 2.A.1 du CUPR)

4.2.1. Description de la catégorie

Plus de 90 % du ciment produit au Canada est du type Portland, alors que le reste est constitué de ciment de maçonnerie et d'autres ciments (Statistique Canada, sans date [b]). La catégorie du ciment tient compte des émissions associées à la production de clinker, le précurseur du ciment Portland, mais n'inclut pas les émissions d'autres productions de ciment (GIEC, 2006). Au Canada, on compte 24 fours à ciment, dans 16 installations distinctes qui utilisent toutes des fours en voie sèche. Ces installations sont situées en Colombie-Britannique, en Alberta, en Ontario, au Québec et en Nouvelle-Écosse¹. La capacité totale de production de clinker au Canada est d'environ 16 Mt/an.

En 2017, les émissions de cette catégorie s'élevaient à 6 750 kt, soit 0,9 % des émissions totales au Canada, ce qui représente une augmentation d'environ 17 % depuis 1990 (Tableau 4-1).

Les émissions découlant de la combustion de combustibles fossiles pour produire de la chaleur qui amorce la réaction dans le four sont attribuées au secteur de l'énergie et ne sont pas comptabilisées dans la présente catégorie.

4.2.2. Questions de méthodologie

Les émissions de CO₂ provenant de la production de ciment ont été calculées à l'aide d'une méthode de niveau 2 modifiée (Équation 4-1) qui incorpore des coefficients d'émission propres au pays et les émissions des matériaux non combustibles porteurs de carbone (GIEC, 2006, volume 3). Comme il n'y a pas de données disponibles à l'échelle des usines sur la composition des matériaux bruts contenant du carbone, il n'est pas possible de recourir à une méthode de niveau 3.

¹ Ressources naturelles Canada, communication personnelle sur le sous-secteur des minéraux au Canada.

Tableau 4-1 Émissions de GES attribuables au secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits, certaines années

Catégorie de gaz à effet de serre	Émissions de GES (kt d'éq. CO ₂)										
	1990	1995	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DE PRODUITS	56 600	57 800	55 600	50 600	54 100	58 200	55 300	52 700	52 900	54 500	53 800
Produits minéraux	8 410	9 110	10 250	7 850	7 970	8 480	7 750	7 830	8 070	7 940	8 510
Production de ciment	5 760	6 460	7 600	6 040	6 060	6 560	5 980	5 950	6 260	6 190	6 750
Production de chaux	1 790	1 890	1 740	1 400	1 460	1 480	1 390	1 500	1 400	1 360	1 380
Utilisation des produits minéraux	860	750	910	410	450	440	380	380	410	390	380
Industrie chimique	17 310	18 000	9 470	5 470	6 090	6 410	6 400	5 990	6 510	6 560	5 850
Production d'ammoniac	2 770	2 940	2 710	2 490	2 880	3 000	2 950	2 540	2 850	2 790	2 560
Production d'acide nitrique	970	960	1 200	1 060	1 120	1 070	990	1 020	1 120	1 040	930
Production d'acide adipique	10 300	10 310	2 550	-	-	-	-	-	-	-	-
Production pétrochimique et de noir de carbone (inclus la production de carbure)	3 260	3 790	3 020	1 920	2 090	2 330	2 470	2 430	2 540	2 730	2 360
Production de métaux	23 770	23 490	20 230	16 230	17 090	16 890	14 780	15 040	14 500	15 530	15 650
Production sidérurgique	10 480	11 470	10 310	9 170	10 080	10 180	8 040	8 930	8 520	9 270	9 380
Production d'aluminium	10 330	10 010	8 680	6 870	6 810	6 470	6 530	5 830	5 720	5 990	6 010
SF ₆ utilisé dans les usines de fonte et de moulage de magnésium	2 960	2 010	1 230	200	210	250	210	290	260	270	250
Production et consommation d'halocarbures, de SF₆ et de NF₃	980	500	5 110	7 780	8 610	9 080	9 450	10 090	11 050	12 030	12 580
Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant	5 790	6 310	9 980	12 800	13 970	16 850	16 300	13 250	12 230	11 790	10 490
Fabrication et utilisation d'autres produits	370	410	530	430	400	530	560	490	580	660	710

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

$$\text{Émissions de CO}_2 = CE_{cl} \times M_{cl} \times FC_{pfc} \times CE_{cot} \times M_{cl}$$

CE_{cl}	=	coefficient d'émission annuel basé sur la production de clinker, 0,5260 kt de CO ₂ /kt de clinker
M_{cl}	=	données sur la production de clinker, kt
FC_{pfc}	=	facteur corrigeant les pertes attribuables à la poussière des fours à ciment et à la poussière de déviation, fraction (1,012)
CE_{cot}	=	coefficient d'émission de CO ₂ provenant du carbone organique dans les matières premières brutes, 0,0115 kt de CO ₂ /kt de clinker

Les données ventilées en ce qui concerne la composition des matières premières et du clinker, le degré de calcination de la poussière des fours à ciment (PFC) et la quantité de poussières de déviation et de PFC ne sont pas à la disposition du grand

public. Toutefois, l'Association canadienne du ciment (ACC) a fourni des données nationales regroupées exprimées sous forme de coefficient d'émission annuel de calcination (CE_{cl}) et de quantités annuelles de poussière de déviation et de PFC pour 1990, 2000 et 2002 à 2014 (ACC, 2014). Ces mêmes quantités ont été estimées pour le reste des années de déclaration (1991–2001, 2015 et 2017). L'ACC reçoit des données par installation de ses entreprises membres, compilées conformément à la méthode de quantification « CO₂ Emissions Inventory Protocol, version 3.0 », publiée sous les auspices de la Cement Sustainability Initiative du World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Le protocole prévoit deux méthodes d'estimation des émissions de CO₂ des procédés de calcination des matières brutes. La première méthode repose sur le volume et la composition chimique des produits (clinker et poussière s'échappant du

Tableau 4-2 Répercussions des nouveaux calculs à la suite des révisions et des améliorations

Catégories de gaz à effet de serre	Émissions de GES ou variations des émissions ¹ (Mt d'éq. CO ₂), certaines années										
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DE PRODUITS											
Rapport actuel (2019)	56,6	57,8	53,2	55,6	50,6	54,1	58,2	55,3	52,7	52,9	54,5
Rapport précédent (2018)	56,7	57,8	53,2	55,3	49,5	53,0	57,3	54,4	51,9	51,4	53,4
Variation nette des émissions	-0,1	+0,0	+0,0	+0,2	+1,1	+1,1	+0,9	+0,9	+0,8	+1,6	+1,1
Produits minéraux											
Rapport actuel (2019)	8,4	9,1	10,0	10,3	7,8	8,0	8,5	7,8	7,8	8,1	7,9
Rapport précédent (2018)	8,5	9,1	10,0	10,3	7,8	8,0	8,5	7,8	7,8	8,1	7,9
Variation nette des émissions	-0,1	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,0
Industrie chimique											
Rapport actuel (2019)	17,3	18,0	8,0	9,5	5,5	6,1	6,4	6,4	6,0	6,5	6,6
Rapport précédent (2018)	17,3	18,0	8,0	9,5	5,5	6,1	6,4	6,4	6,0	6,5	6,6
Variation nette des émissions	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	+0,0	-0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
Production de métaux											
Rapport actuel (2019)	23,8	23,5	23,4	20,2	16,2	17,1	16,9	14,8	15,0	14,5	15,5
Rapport précédent (2018)	23,8	23,5	23,4	20,2	16,2	17,1	16,9	14,8	15,0	14,0	15,6
Variation nette des émissions	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,0	+0,1	+0,5	-0,0
Production et consommation d'halocarbures, de SF₆ et de NF₃²											
Rapport actuel (2019)	1,0	0,5	2,8	5,1	7,8	8,6	9,1	9,4	10,1	11,0	12,0
Rapport précédent (2018)	1,0	0,5	2,8	5,1	7,8	8,6	9,1	9,4	10,1	11,0	12,0
Variation nette des émissions	-0,0	+0,0	-0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants²											
Rapport actuel (2019)	5,8	6,3	8,4	10,0	12,8	14,0	16,8	16,3	13,2	12,2	11,8
Rapport précédent (2018)	5,8	6,3	8,4	9,7	11,8	12,9	16,0	15,5	12,6	11,3	10,8
Variation nette des émissions	+0,0	-0,0	-0,0	+0,2	+1,0	+1,1	+0,9	+0,8	+0,6	+0,9	+1,0
Fabrication et utilisation d'autres produits											
Rapport actuel (2019)	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7
Rapport précédent (2018)	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5
Variation nette des émissions	+0,0	-0,0	+0,0	+0,0	-0,0	-0,0	+0,0	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1

Notes :

- Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre aux totaux indiqués.
- Les catégories de sources dans le secteur p₁UP ayant fait l'objet des plus importants recalculs sont les suivantes : Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants.

fourneau). La seconde méthode est basée sur le volume et la composition des matières brutes qui entrent dans le fourneau.

Le coefficient d'émission de CO₂ provenant de la calcination (CE_{cl}) varie d'une année à l'autre, et il est calculé en fonction des données disponibles pour 1990, 2000 et de 2002 à 2014. En ce qui concerne les années pour lesquelles les données sont inconnues (de 1991 à 1999 et 2001), une moyenne est tirée des années précédant et suivant la période pour laquelle les données sont inconnues. Étant donné qu'à partir de 2015, l'ACC n'a pas actualisé le coefficient d'émission pour la calcination, on a supposé qu'il est demeuré le même que pour 2014. Le facteur de correction relatif à la PFC et à la poussière de déviation a été calculé par l'ACC comme étant de 1,012, et il est fondé sur les données moyennes de la PFC des années 1990, 2000 et de 2002 à 2014.

L'ACC précise que la matière première contient 0,2 % de carbone organique et suppose un rapport de 1,57 entre les matières premières brutes et le clinker. Encore une fois, les deux valeurs sont fondées sur les données de 1990, 2000 et de 2002 à 2014. Ces hypothèses, combinées au rapport entre le poids moléculaire du CO₂ et celui du carbone (44,01/12,01), donnent un coefficient d'émission de carbone organique (CE_{cot}) de 0,0115 (kt de CO₂/kt de clinker).

Les données sur la production de clinker de 1990 à 1996 proviennent du Canadian Industrial Energy End-Use Data and Analysis Centre (CIEEDAC, 2010). Celles de la période 1997–2017 proviennent de Statistique Canada (Statistique Canada, 1990–2004; Statistique Canada, sans date [a]).

Les estimations des émissions provinciales et territoriales sont fondées sur la capacité de production de clinker des cimenteries de tout le Canada. Les données de 1990 à 2006 proviennent de l'*Annuaire des minéraux du Canada* (RNCAN, 1990–2006). En ce qui concerne les années suivantes (2007–2013), les renseignements ont été fournis directement par Ressources naturelles Canada, par l'intermédiaire de communications personnelles². Les données relatives à la capacité n'étant pas disponibles pour 2014 à 2017, on a donc postulé qu'elles étaient identiques à celles de 2013.

² Panagapko D. 2008–2014. Communications personnelles (courriels à Environnement et Changement climatique Canada, dernier courriel reçu le 16 septembre 2014).

4.2.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été élaborée sur la base des valeurs d'incertitude par défaut énoncées dans les *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre* (GIEC, 2006) à l'égard de divers paramètres de l'Équation 4–1. L'erreur associée au taux d'absence de réponse à l'enquête de Statistique Canada pour ce qui est des données sur la production de clinker a également été prise en compte dans l'évaluation de l'incertitude. On a calculé que l'incertitude de niveau 1 associée à l'estimation des émissions de CO₂ pour la production de clinker était de plus ou moins 12,5 %. La valeur d'incertitude s'applique à toutes les années de la série chronologique. L'équation 6.4 des *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux* (GIEC, 2000) a été systématiquement appliquée sur toute la série chronologique. Les sources des données sur les activités ont changé au fil de la série chronologique; passant des publications du CIEEDAC aux données récoltées par Statistique Canada, comme indiqué à la section 4.2.2.

4.2.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

Cette catégorie clé du secteur des PIUP a fait l'objet de contrôles de qualité (CQ) de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le manuel sur la qualité du Canada (*General Quality Control Checklist Guidance*) (Environnement Canada, 2015). Les contrôles étaient conformes aux exigences d'assurance de la qualité (AQ)/CQ énoncées dans le chapitre 6, du volume 1, des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*.

4.2.5. Recalculs par catégorie

Une mise à jour mineure des données sur les activités (production de clinker) de 2016 a donné lieu au recalcul de l'estimation des émissions pour cette année-là.

4.2.6. Améliorations prévues par catégorie

Des efforts seront déployés pour obtenir des données du CAC afin de mettre à jour le facteur de correction pour le FC_{pfc} et le facteur d'émissions du CE_{cot} .

Pour garantir une estimation adéquate des émissions provinciales et territoriales, il est nécessaire de disposer de nouvelles données sur les capacités de production de clinker, puisque l'on a supposé que, depuis 2014, les capacités étaient demeurées constantes, soit aux niveaux de 2013.

4.3. Production de chaux (catégorie 2.A.2 du CUPR)

4.3.1. Description de la catégorie

De la chaux dolomitique et de la chaux à forte teneur en calcium sont toutes deux produites au Canada, et les émissions provenant de leur production sont prises en compte dans le présent rapport d'inventaire. Le Tableau 4-3 indique la proportion de la production canadienne de chaux dolomitique et de chaux à forte teneur en calcium pour toutes les années de l'inventaire. Il n'y a pas d'information sur la production de chaux hydraulique au Canada; par conséquent, sa proportion dans la production totale de chaux est présumée nulle.

La catégorie de la production de chaux comptait pour 1 377 kt (0,2 %) des émissions totales du Canada en 2017, une baisse de 23 % depuis 1990.

Les émissions découlant de la régénération de chaux à partir de liqueurs résiduaires des usines de pâtes ne sont pas comptabilisées dans le secteur des PIUP. Les émissions de CO_2 associées à l'utilisation de calcaire

naturel pour la production de chaux dans l'industrie des pâtes et papiers sont prises en compte dans la sous-catégorie de l'utilisation de calcaire et de dolomite (section 4.4).

4.3.2. Questions de méthodologie

On a utilisé une méthode de niveau 2 pour estimer les émissions de CO_2 provenant de la catégorie de la production de chaux aux endroits où les coefficients d'émission propres au pays ont été appliqués aux données sur les activités nationales. Les coefficients d'émission propres au pays pour la chaux à forte teneur en calcium et la chaux dolomitique ont été élaborés à partir de l'information sur la composition de la chaux au Canada recueillie par le Canadian Lime Institute³ et figurent à l'annexe 6. Les données sur la production totale de chaux à l'échelle nationale, la production d'hydroxyde de calcium et la capacité de calcination des fabriques de chaux ont été tirées de l'*Annuaire des minéraux du Canada* (RNCAN, 1990–2006)⁴ pour la période s'étendant jusqu'à 2006, inclusivement. En ce qui concerne les années suivantes, les renseignements ont été fournis directement par Ressources naturelles Canada, par l'intermédiaire de communications personnelles⁵. Les données les plus récentes sur la production de chaux sont préliminaires et sujettes à révision dans les versions ultérieures.

Les fabriques de chaux canadiennes sont classées en trois types, selon leurs produits finaux : chaux dolomitique seulement, chaux à forte teneur en calcium seulement et à la fois chaux à forte teneur en calcium et chaux dolomitique. En l'absence de données ventilées sur la répartition des types de chaux, une proportion de 85/15 pour la chaux à forte teneur en calcium/chaux dolomitique a été utilisée pour les fabriques qui produisent à la fois de la chaux en forte teneur en calcium et de la chaux dolomitique; la répartition en découlant est présentée dans le Tableau 4-3. On a calculé les émissions nationales de CO_2 en appliquant les coefficients d'émission canadiens aux données annuelles estimatives sur la production nationale de chaux, selon le type de chaux.

Tableau 4-3 Répartition de la production de chaux dolomitique et de chaux à forte teneur en calcium au Canada (1990–2016)

Année	Répartition (%)	
	Chaux dolomitique	Chaux à forte teneur
1990–1992	14 %	86 %
1993–1999	16 %	84 %
2000–2002	8 %	92 %
2003–2008	9 %	91 %
2009–2017	7 %	93 %

3 Kenefick W. 2008. Communication personnelle (courriel de W. Kenefick à A. Shen, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 7 octobre 2008). Canadian Lime Institute.

4 RNCAN. Ressources naturelles Canada. 1990–2006. *Annuaire des minéraux du Canada*. Secteur des minéraux et des métaux (annuel). Ressources naturelles Canada (a cessé de paraître).

5 RNCAN. Ressources naturelles Canada. 2007–2016. Canada, Production de calcaire—Pierre. Données non publiées. Ressources naturelles Canada, Division des statistiques du secteur des minéraux et des mines

Au Canada, l'hydroxyde de calcium a une teneur en eau estimée de 28,25 %⁶. On déduit la teneur en eau de l'hydroxyde de calcium de la production nationale de chaux pour calculer la quantité de chaux « sèche » produite, qui se divise en deux types : la chaux à forte teneur en calcium et la chaux dolomitique. Les coefficients d'émission correspondants sont ensuite appliqués.

Le facteur de correction par défaut de 2 % pour la poussière de four à chaux précisé dans les Lignes directrices 2006 du GIEC a aussi été appliqué à toute la série chronologique.

Les émissions provinciales de CO₂ sont obtenues à partir des émissions nationales, en fonction de la capacité de calcination de chaque province ou territoire. Les données sur la capacité de calcination pour les années de 1990 à 2006 sont tirées de l'*Annuaire des minéraux du Canada*; pour les années subséquentes (soit de 2007 à 2013), renseignements ont été fournis directement par Ressources naturelles Canada, par l'intermédiaire de communications personnelles⁷. Les capacités de calcination n'ont pas été mises à jour depuis 2014 et l'on suppose qu'elles sont demeurées aux niveaux de 2013.

La baisse de la proportion de chaux dolomitique entre 1999 et 2000 résulte de changements d'ordre opérationnel apportés dans deux fabriques ontariennes au cours de cette période. Premièrement, Guelph DoLime Limited, qui produisait seulement de la chaux dolomitique jusqu'en 1999, a cessé ses activités en 2000. Deuxièmement, la carrière Lafarge Canada à Dundas est passée d'une production de chaux dolomitique seulement à une production de chaux dolomitique et de chaux à forte teneur en calcium en 1999–2000⁸. La baisse légère de la proportion de la chaux dolomitique en 2008–2009 est attribuable à la fermeture d'une fabrique en Ontario qui ne produisait que de la chaux dolomitique.

4.3.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Une évaluation de l'incertitude de Monte-Carlo a été réalisée pour la catégorie de la production de chaux. On y a tenu compte des incertitudes associées aux données sur la production, aux coefficients d'émission, aux facteurs de correction pour l'hydroxyde de calcium et la poussière de four à chaux, et au pourcentage divisé entre les deux types de chaux. L'incertitude associée à la catégorie dans son ensemble a été évaluée à plus ou moins 14,8 %. La valeur d'incertitude s'applique à toutes les années de la série chronologique.

Les coefficients d'émission et la méthode d'estimation sont uniformes dans l'ensemble de la série chronologique. Les sources de données sur les activités ont changé au fil de la série chronologique, passant du Canadian Lime Institute aux données récoltées par Ressources naturelles Canada, comme décrit à la section 4.3.2.

4.3.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

La catégorie de la production de chaux a fait l'objet de contrôles de la qualité informels tout au long du processus d'estimation des émissions.

4.3.5. Recalculs par catégorie

La mise à jour mineure des données sur les activités de 2016 (production de chaux) a contribué à un recalcul de l'estimation des émissions pour cette année-là.

4.3.6. Améliorations prévues par catégorie

Aucune amélioration n'est actuellement prévue pour cette catégorie.

⁶ Kenefick W. 2008. Communication personnelle (courriel de W. Kenefick à A. Shen, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 22 octobre 2008). Canadian Lime Institute.

⁷ Panagapko D. 2013. Communication personnelle (courriel à M. Edalatmanesh, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 6 novembre 2013).

⁸ Panagapko, D. 2013. Communication personnelle (courriel à M. Edalatmanesh, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 6 novembre 2013).

4.4. Utilisation de produits minéraux (catégories 2.A.3 et 2.A.4 du CUPR)

4.4.1. Description de la catégorie

Les catégories dont il est question dans cette section, regroupées sous le titre « Utilisation de produits minéraux », sont : Production de verre (catégorie 2.A.3 du CUPR), Autres utilisations de carbonate de sodium (catégorie 2.A.4.b du CUPR), Production de magnésie non métallurgique (c.-à-d. utilisation de magnésite) (catégorie 2.A.4.c du CUPR) et Autres (utilisation de calcaire et de dolomite) (catégorie 2.A.4.d du CUPR).

En 2017, cette catégorie regroupée produisait 382 kt (ou 0,05 %) des émissions totales de GES au Canada et avait enregistré une baisse d'environ 56 % du total de ses émissions depuis 1990. L'utilisation de calcaire et de dolomite représentait 43 % des émissions du sous-secteur de l'utilisation de produits minéraux, tandis que la production de magnésie non métallurgique, les autres utilisations de carbonate de sodium et la production de verre contribuaient aux émissions à hauteur de 31 %, 13 %, et 13 % respectivement.

Production de verre (Catégorie 2.A.3 du CUPR)

Cette catégorie comprend les émissions de CO₂ associées au carbonate de sodium et au calcaire utilisés dans la production de verre au Canada. Durant toute la série chronologique, c'est le carbonate de sodium qui a été la principale source d'émissions de CO₂ dans la production de verre.

Autres utilisations de carbonate de sodium (catégorie 2.A.4.b du CUPR)

Après la production de verre, le carbonate de sodium est employé dans la fabrication de produits chimiques, de savons et de détergents, dans le secteur des pâtes et papiers, pour la désulfuration des gaz de combustion (DGC) et pour le traitement de l'eau.

Production de magnésie non métallurgique (Utilisation de magnésite) (catégorie 2.A.4.c du CUPR)

Trois usines canadiennes de magnésie ont déclaré avoir utilisé de la magnésite dans leurs procédés

à différentes occasions au cours de la période de 1990 à 2007. Deux d'entre elles ont été fermées (une en 1991 et l'autre en 2007); une usine demeure en activité.

Utilisation de calcaire et de dolomite (catégorie 2.A.4.d du CUPR)

Le calcaire et la dolomite sont utilisés dans un certain nombre d'applications industrielles au Canada, notamment pour la production de ciment, de chaux, de verre et dans l'industrie de la sidérurgie. Les émissions associées à ces applications sont déclarées dans leurs catégories respectives.

Les émissions comprises dans la catégorie 2.A.4.d du CUPR, Utilisation de calcaire et de dolomite, sont associées à d'autres applications, comme leur utilisation dans la chaux d'appoint dans les usines de pâtes et papiers et dans d'autres utilisations chimiques, notamment le traitement des eaux usées et la DGC.

4.4.2. Questions de méthodologie

Production de verre (Catégorie 2.A.3 du CUPR)

Les émissions nationales de CO₂ sont calculées au moyen d'une méthode de niveau 1 qui applique les coefficients d'émission stœchiométriques du carbone aux quantités estimatives de carbonate de sodium et de calcaire consommées dans la production de verre.

Pour estimer la quantité de carbonate de sodium consommée dans la production de verre, on applique à l'ensemble de la consommation canadienne le ratio de carbonate de sodium employé pour la production de verre aux États-Unis. La quantité de calcaire consommée dans la production de verre est fondée sur les statistiques recueillies par Ressources naturelles Canada au sujet de la production de calcaire⁹.

Autres utilisations de carbonate de sodium (catégorie 2.A.4.b du CUPR)

Les émissions nationales de CO₂ sont calculées à l'aide d'une méthode de niveau 1 qui applique le coefficient d'émission de 415 g de CO₂/kg de carbonate de sodium, fondé sur la stœchiométrie,

⁹ Les données pour 1990 à 2006 sont disponibles dans l'*Annuaire des minéraux du Canada* (RNCAN 1990–2006). Les données pour les années subséquentes proviennent de communications personnelles avec Ressources naturelles Canada.

aux données sur la consommation à l'échelle nationale, en presumant que le carbonate de sodium utilisé au Canada est entièrement pur.

Les données sur la consommation de carbonate de sodium ont été estimées d'après les données sur la production, les importations et les exportations.

Les données sur les importations et les exportations proviennent de Global Trade Information Services (GTIS, 1995–2006, 2007–2009) et de la base de données sur le commerce international canadien de marchandises de Statistique Canada (Statistique Canada, 2010–2017). Cependant, GTIS n'ayant commencé à publier des données sur le commerce qu'en 1995, on a donc supposé que les données pour les années 1990 à 1994 étaient une moyenne de celles de 1995 à 2000. Les quantités totales de carbonate de sodium utilisé ont été réparties par type d'application, d'après la consommation de carbonate de sodium des États-Unis : verre, produits chimiques, savons et détergents, pâtes et papiers, désulfuration des gaz de combustion et autres. De même, on a obtenu les estimations des émissions provinciales en répartissant les émissions à l'échelle nationale en fonction des valeurs de produit brut provinciales respectives des mêmes secteurs.

Production de magnésie non métallurgique (Utilisation de magnésite) (catégorie 2.A.4.c du CUPR)

On a eu recours à une méthode de niveau 1 pour estimer les émissions de CO₂ des procédés résultant de l'utilisation de magnésite dans la production de magnésie. La méthode applique un coefficient d'émission de 522 g de CO₂/kg de magnésite, fondé sur le carbone stœchiométrique disponible dans la magnésite, et postule une pureté à 97 % de cette magnésite (AMEC, 2006). On multiplie ensuite le coefficient d'émission par les données d'activité propres à chaque installation, pour estimer les émissions de CO₂ provinciales et nationales.

Les données sur les activités d'utilisation de magnésite ont été obtenues de diverses sources ou calculées à partir des données de ces sources. Une des trois usines a été exploitée de 1990 à 1991 et ne disposait d'aucune donnée publique sur l'utilisation de magnésite. Les données sur les activités ont été extrapolées à partir de la quantité de magnésie produite; on a présumé que cette quantité correspondait à la moitié de la capacité

de 1990 mentionnée dans le document de base sur les minéraux et les métaux de 1999 (AMEC, 2006).

Une deuxième usine était en activité de 1990 à 2007. Ses données de production pour 1990–2005 proviennent de la Direction générale de la protection de l'environnement, Région du Québec, d'Environnement Canada¹⁰. Les données sur les activités pour 2006 et 2007 ont été estimées en fonction du rapport moyen de magnésite consommée/magnésie produite entre 1990 et 2005.

Quant à la troisième usine, elle a été en activité durant toute la période de déclaration (1990–2017) et ses données sur les activités annuelles proviennent du ministère de l'Énergie et des Mines de la Colombie-Britannique (British Columbia Geological Survey, 2017).

Utilisation de calcaire et de dolomite (catégorie 2.A.4.d du CUPR)

Les émissions de CO₂ attribuables à l'utilisation de calcaire et de dolomite sont estimées séparément, à l'aide d'une méthode de niveau 2, en fonction des données sur la consommation (Tableau 4–4) et des coefficients d'émission respectifs

Le coefficient d'émission pour l'utilisation de calcaire au Canada a été établi d'après le rapport stœchiométrique des émissions de procédés, qui est de 440 g de CO₂ par kilogramme de calcaire pur utilisé, et est ajusté pour tenir compte d'un coefficient de pureté de 95 % (Derry Michener Booth et Wahl et la Commission géologique de l'Ontario, 1989). Le coefficient d'émission du Canada est donc de 418 g de CO₂/kg de calcaire utilisé (AMEC, 2006).

On a établi un coefficient d'émission global de 468 g de CO₂/kg de dolomite utilisée en fonction des coefficients d'émission du calcaire pur (440 kg de CO₂ par tonne) et de la magnésite (522 kg de CO₂ par tonne), et en partant de l'hypothèse que la dolomite se compose de 58 % de CaCO₃ et de 41 % de MgCO₃ (AMEC, 2006).

Pour ce qui est de la période s'étendant de 1990 à 2006, les données sur l'utilisation de pierre brute dans les hauts fourneaux sidérurgiques, les fonderies de métaux non ferreux, les verreries, les usines de pâtes et papiers et les autres utilisations chimiques ont été tirées de l'*Annuaire des minéraux du Canada* (RNCAN, 1990–2006). En ce qui concerne les années suivantes,

10 Banville J. 2006. Communication personnelle (courriel daté du 3 mars 2006 de J. Banville à R. Zaremba, Environnement Canada). Environnement Canada, Direction générale de la protection de l'environnement, Région du Québec.

Tableau 4–4 Consommation de calcaire à haute teneur en calcium et de dolomite au Canada

Année	2.C.1 Sidérurgie		2.A.3 Production de verre	2.A.4.d Autres utilisations des carbonates dans les procédés		
	Calcaire à haute teneur en calcium (kt)	Dolomite (kt)	Calcaire à haute teneur en calcium (kt)	Calcaire à haute teneur en calcium (kt)		
				Usines de pâtes et papiers	Fonderies de métaux non ferreux	Autres utilisations chimiques
1990	459	197	171	214	16	846
1991	344	147	169	220	162	964
1992	393	169	154	231	167	264
1993	139	59	161	224	176	244
1994	133	57	146	234	154	587
1995	215	92	146	130	181	436
1996	208	89	146	134	164	711
1997	232	100	181	117	158	915
1998	274	118	158	89	129	857
1999	274	118	137	96	101	522
2000	476	204	51	118	39	928
2001	334	143	44	69	94	680
2002	181	77	46	57	55	927
2003	197	85	18	62	46	939
2004	146	63	18	75	51	1 109
2005	151	65	18	80	47	1 175
2006	140	60	18	173	57	1 057
2007	69	30	32	41	64	1 178
2008	223	95	12	15	65	1 182
2009	182	78	0	36	74	923
2010	219	94	0	41	65	423
2011	350	150	0	40	52	508
2012	532	228	0	31	34	521
2013	438	188	0	30	46	342
2014	709	304	0	40	32	364
2015	866	371	0	37	32	356
2016	791	339	0	37	32	354
2017	757	324	0	34	27	335

les renseignements ont été fournis directement par Ressources naturelles Canada, par l'intermédiaire de communications personnelles. De plus, les données sur l'utilisation de la pierre dans les hauts fourneaux sidérurgiques pour toutes les années ont été subdivisées entre le calcaire et la dolomite, selon une répartition de 70/30 (AMEC, 2006). Le Tableau 4–4 présente la répartition de la consommation de calcaire à haute teneur en calcium et de dolomite dans le secteur de la sidérurgie, la production de verre et les autres utilisations de procédés des carbonates. Pour estimer les émissions nationales de CO₂, on multiplie les quantités de calcaire et de dolomite consommées par les coefficients d'émission correspondants, puis on répartit les émissions dans les catégories respectives : Production de verre (catégorie 2.A.3 du CUPR), Sidérurgie (catégorie 2.C.1 du CUPR, se reporter à la section 4.10), et Utilisation de calcaire et de dolomite (catégorie CRF 2.A.4.d du CUPR).

La source de données sur les activités ne fournit pas une ventilation détaillée des « autres utilisations chimiques ». Par conséquent, cette sous-catégorie a été considérée comme entièrement émettrice et composée à 100 % de calcaire, et a dûment été prise en compte. La dolomite est généralement moins appropriée que le calcaire pour la plupart des applications industrielles, et la majeure partie de la dolomite extraite est broyée et tamisée afin d'être utilisée comme agrégat dans le béton ou l'asphalte (Bliss et al., 2008). Les autres marchés de la dolomite, comme la production de verre et les utilisations agricoles, ne sont pas inclus dans la sous-catégorie canadienne des autres utilisations chimiques.

Selon les données canadiennes¹¹, seul le calcaire est utilisé dans les procédés de DGC dans les centrales canadiennes alimentées au charbon.

¹¹ Cook S. 2013. Communication personnelle à M. Edalatmanesh, Environnement et Changement climatique Canada, le 18 novembre 2013. Association canadienne de l'électricité.

On a obtenu les estimations des émissions provinciales en répartissant les émissions à l'échelle nationale en fonction de la somme des valeurs de produit brut provinciales pour les principaux secteurs dans lesquels le calcaire et la dolomite étaient utilisés (pâtes et papiers, métaux non ferreux, production de verre et produits chimiques).

4.4.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Production de verre (catégorie 2.A.3 du CUPR)

L'évaluation de l'incertitude de niveau 1 pour la catégorie de production de verre tient compte des incertitudes reliées aux données sur la consommation, aux coefficients d'émission et aux hypothèses relatives aux quantités de carbonate de sodium et de calcaire utilisées dans la production de verre. Le degré global d'incertitude associé aux estimations de 2017 est de $\pm 10,2\%$.

Les mêmes coefficients d'émission ont été uniformément appliqués à toute la série chronologique, et les sources de données sur les activités sont décrites à la section 4.4.2.

Autres utilisations de carbonate de sodium (catégorie 2.A.4.b du CUPR)

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la catégorie de l'utilisation de carbonate de sodium. On y a tenu compte des incertitudes associées aux données sur la production (pour les années précédant 2001) et sur les importations et les exportations. L'incertitude associée à la catégorie dans son ensemble pour la série chronologique s'établissait entre $\pm 7,6\%$ et $\pm 6,1\%$.

Les mêmes coefficients d'émission ont été employés pour l'ensemble de la série chronologique. Les sources des données sur les activités sont décrites à la section 4.4.2.

Production de magnésie non métallurgique (Utilisation de magnésite) (catégorie 2.A.4.c du CUPR)

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la catégorie de la production

de magnésie non métallurgique. On y a tenu compte des incertitudes associées aux données sur les activités et aux coefficients d'émission. L'incertitude associée à la catégorie dans son ensemble pour la série chronologique s'établissait entre $\pm 4,3\%$ et $\pm 8,1\%$, et on a déterminé que les données sur l'utilisation de magnésite contribuaient principalement à l'incertitude.

Les mêmes coefficients d'émission ont été employés pour l'ensemble de la série chronologique. Les sources des données sur les activités variaient au fil de la série chronologique, comme le décrit la section 4.4.2.

Utilisation de calcaire et de dolomite (catégorie 2.A.4.d du CUPR)

L'évaluation de l'incertitude de niveau 1 pour la catégorie de l'utilisation de calcaire et de dolomite considère les incertitudes associées aux données sur les activités et aux coefficients d'émission. L'incertitude associée à la l'ensemble de la série chronologique s'établissait entre $\pm 15,4\%$ et $\pm 38,0\%$, les données sur les utilisations chimiques ayant principalement contribué à l'incertitude.

Les mêmes coefficients d'émission ont été employés pour l'ensemble de la série chronologique. Les sources des données sur les activités sont décrites à la section 4.4.2.

4.4.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

Les catégories de la production de produits minéraux ont fait l'objet de contrôles de la qualité informels tout au long du processus d'estimation des émissions.

4.4.5. Recalculs par catégorie

Pour les autres utilisations du carbonate de sodium, le changement dans les données sur les activités issues de la base de données sur le commerce international canadien de marchandises a donné lieu à un recalcul à la baisse, de 27 kt à 51 kt pour 1990–1994. Pour les années suivant 1994, seuls des recalculs minimes (< 1 kt eq. CO_2) ont été effectués en raison de la mise à jour des données sur les activités.

4.4.6. Améliorations prévues par catégorie

Le carbone organique contenu dans les matières premières servant à la production de céramique (catégorie 2.A.4.a du CUPR) est une source d'émissions de CO₂ qui n'est actuellement pas estimée dans l'inventaire du Canada. On prévoit donc évaluer l'importance de cette source au Canada dans les prochains rapports d'inventaire des émissions.

4.5. Production d'ammoniac (catégorie 2.B.1 du CUPR)

4.5.1. Description de la catégorie

Les émissions liées à la production d'ammoniac s'élevaient à 2 600 kt, soit 0,4 % des émissions totales au Canada en 2017, et son niveau d'émissions est resté relativement constant depuis 1990.

On compte actuellement neuf usines¹² de production d'ammoniac au Canada. Elles sont situées en Alberta, en Saskatchewan, au Manitoba et en Ontario. Huit de ces usines utilisent des reformeurs de méthane à la vapeur pour produire de l'ammoniac et récupèrent les émissions de CO₂ pour produire de l'urée. La neuvième usine utilise l'hydrogène généré comme sous-produit (acheté auprès d'une usine chimique à proximité) pour alimenter le procédé Haber-Bosch, lequel génère une quantité d'émissions de CO₂ jugée négligeable.

La production d'urée est un processus en aval associé aux usines de production d'ammoniac. Le procédé récupère et utilise le flux de CO₂ comme sous-produit du procédé de synthèse de l'ammoniac. Pour éviter une surestimation des émissions de CO₂, l'utilisation du CO₂ récupéré dans la production d'urée est prise en compte dans les estimations de cette catégorie (voir l'Équation 4-2 ci-dessous). L'utilisation d'urée comme engrais et les émissions connexes sont déclarées dans le secteur de l'agriculture, de la foresterie et d'autres affectations des terres (AFAAT), conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC (encadré 3.2 à la page 3.17, du volume 3). Les émissions résultant de l'utilisation d'additifs à

base d'urée dans les convertisseurs catalytiques sont examinées à la section 4.13 et incluses dans la catégorie 2.D.3 du CUPR. D'autres utilisations de l'urée (p. ex. comme ingrédient dans la fabrication de résines, de plastiques ou de revêtements) et l'importance des émissions qui en découlent seront étudiées dans les inventaires futurs.

4.5.2. Questions de méthodologie

Pour la catégorie de la production d'ammoniac, on estime les émissions de CO₂ découlant de l'utilisation de gaz naturel comme matière première et on tient compte de la récupération des émissions pour la production d'urée. Une méthode de niveau 2 propre au pays est ensuite utilisée, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006). Les émissions découlant de l'utilisation de gaz naturel à des fins énergétiques sont incluses dans le secteur de l'énergie.

L'utilisation du gaz naturel comme matière première a été déterminée en multipliant la production annuelle d'ammoniac par un facteur de conversion ammoniac/matière première. Les données de production annuelle d'ammoniac pour la période de 1990 à 2004 ont été réunies dans une étude menée par Cheminfo Services (2006); les données des années 2005 à 2009 sont celles qui ont été déclarées à Environnement Canada sur une base volontaire par l'industrie des engrais, et celles de 2008 à 2017 ont été tirées de l'enquête de Statistique Canada intitulée Produits chimiques industriels et résines synthétiques (Statistique Canada, sans date[c]). Les facteurs de conversion ammoniac/matière première ont été élaborés à partir des données recueillies entre 2005 et 2009 dans le cadre des déclarations volontaires de données. Au cours de la période 2005–2009, neuf usines étaient en exploitation (deux autres ont cessé leurs activités en 2005). Sept de ces neuf usines (dont deux avec deux unités chacune) ont fourni des facteurs pour l'ammoniac/matière première. Deux des neuf usines n'ont fourni aucun facteur. Il convient également de noter que l'une de ces deux usines n'a pas eu recours au procédé de reformage du méthane à la vapeur. À l'échelle de l'usine, la variabilité du facteur pour la conversion ammoniac/matière première est très stable; il varie de moins de 0,001 % d'une année à l'autre au cours des cinq années. De même, la valeur moyenne varie de moins de 0,001 % d'une année à l'autre au cours des cinq années.

¹² <https://ammoniaindustry.com/tag/canada/>
https://fusiontables.google.com/data?docid=1vXUF9q5X0vbWID_JA2pxaByp28lwr3gs0y2zg8#rows:id=1

La quantité de gaz naturel utilisé comme matière première est ensuite multipliée par le facteur de la teneur en carbone du gaz naturel (TC_j) propre à la province afin de déterminer les émissions de CO_2 résultantes. La quantité de CO_2 récupérée pour la production d'urée est ensuite soustraite des émissions attribuables au procédé (Équation 4-2). Conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC, on suppose que la production d'urée nécessite une quantité stœchiométrique de CO_2 (par ex., 0,733 kg CO_2 /kg d'urée), et que 5 kg de CO_2 sont émis par tonne d'urée produite. Le facteur de récupération (FR_{CO_2}) est donc 0,728 kg CO_2 /kg d'urée.

Équation 4-2 : Émissions de CO_2 attribuables à la production d'ammoniac

$$E_{CO_2} = \sum_i PA_i \cdot FMP_i \cdot TC_j - RF_{CO_2} \cdot PU_i$$

E_{CO_2}	=	émissions de CO_2 , kt
PA_i	=	production d'ammoniac de l'installation i , kt
FMP_i	=	facteur de conversion ammoniac/matière première de l'installation i , m^3 de gaz naturel/t de NH_3
TC_j	=	facteur de la teneur en carbone du carburant de la province j , kt de CO_2 / m^3 de gaz naturel
RF_{CO_2}	=	facteur de récupération du CO_2 pour la production d'urée, 0,728 kg de CO_2 /kg d'urée
PU_i	=	production d'urée de l'installation i , kt

Les données sur la production d'urée de 2008 à 2017 ont été tirées de l'enquête de Statistique Canada intitulée Produits chimiques industriels et résines synthétiques. Pour 1990 à 2007, la production d'urée a été estimée sur la base de la production réelle d'ammoniac et du rapport moyen ammoniac/production d'urée pour chaque usine.

Enfin, il faut signaler que la quantité de gaz naturel qui sert à produire de l'hydrogène dans la production d'ammoniac est consignée par Statistique Canada avec toutes les autres utilisations du gaz naturel à des fins non énergétiques. Par conséquent, pour éviter une double comptabilisation, on a systématiquement soustrait les quantités de gaz naturel attribuées par Statistique Canada à la production d'hydrogène de l'utilisation non énergétique de gaz naturel déclarée pour la catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant.

De plus amples renseignements sur la méthode de calcul se trouvent à l'annexe 3.3.

4.5.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la catégorie de la production d'ammoniac. On y a tenu compte des incertitudes associées aux données sur la production d'ammoniac et d'urée, au facteur de conversion ammoniac/matière première et à la teneur en carbone du gaz naturel. Les valeurs d'incertitude associées aux émissions de CO_2 dans cette catégorie dans son ensemble varient dans le temps de 6,7 % à 9,2 % selon les volumes de gaz naturel utilisé pour la production d'ammoniac et la quantité d'urée produite.

4.5.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

Cette catégorie a fait l'objet de contrôle de la qualité informels tout au long du processus d'estimation des émissions.

4.5.5. Recalculs par catégorie

Une erreur de transcription error (+32 kt) dans l'estimation de 1992 a été cernée et corrigée dans cette soumission.

4.5.6. Améliorations prévues par catégorie

Aucune amélioration n'est actuellement prévue pour l'estimation des émissions de CO_2 liées à la production d'ammoniac. Les prochains inventaires examineront les utilisations de l'urée (autres que comme engrais, puisque cette utilisation figure déjà dans le secteur AFAAT) et l'ampleur des émissions qui y sont associées.

4.6. Production d'acide nitrique (catégorie 2.B.2 du CUPR)

4.6.1. Description de la catégorie

Les émissions liées à la production d'acide nitrique s'élevaient à 900 kt, soit 0,13 % des émissions totales au Canada en 2017, une baisse de 4 % depuis 1990.

Il y a deux grands types de méthodes pour produire de l'acide nitrique : la méthode à haute pression et la méthode à double pression. Les deux technologies sont utilisées dans les usines de production d'acide nitrique au Canada. La méthode à haute pression, couramment utilisée en Amérique du Nord, applique une pression unique pendant toute la durée de la réaction et les étapes d'absorption. Les installations qui utilisent ce procédé peuvent fonctionner avec un système de réduction catalytique non sélectif (RCNS) ou un système de réduction catalytique (RCS). Les systèmes antipollution sont dits « non sélectifs » quand du gaz naturel est utilisé comme agent réducteur de tous les NO_x. En revanche, un système de réduction catalytique « sélectif » (RCS) utilise de l'ammoniac, qui réagit sélectivement avec l'oxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂), mais pas avec le N₂O, d'où un coefficient d'émission plus élevé pour le N₂O. La plupart des usines canadiennes (cinq sur six, depuis 2017) ont recours au procédé à haute pression et disposent d'une technologie RCNS.

Le deuxième type de technologie de production d'acide nitrique, c'est-à-dire la méthode à double pression, utilise une faible pression pour l'étape de réaction et une pression plus élevée à l'étape d'absorption. Pour obtenir une meilleure efficacité à l'étape de l'absorption, les installations à double pression peuvent « accroître la hauteur » de la tour en ajoutant des plateaux. C'est ce que l'on appelle « absorption de type 1 » dans le tableau A6-16. Autrement, les installations peuvent aménager une deuxième tour afin de permettre une « double absorption ». C'est ce que l'on appelle « absorption de type 2 » dans le tableau A6-16 (Cheminfo Services, 2006).

4.6.2. Questions de méthodologie

Un mélange des méthodes de niveaux 1, 2 et 3 a été utilisé pour estimer les émissions de N₂O attribuables à la production d'acide nitrique. Les valeurs de production propres à l'usine ont été appliquées selon la méthode prédominante (niveau 2) aux coefficients d'émission de la technologie.

1. Les données et les coefficients d'émission de production propres à l'usine (c.-à-d. la méthode de niveau 3), lorsqu'ils sont disponibles auprès des entreprises.
2. Des données de production propres à l'usine et des coefficients d'émission spécifiques à la technologie

de production qui correspondent à des moyennes nationales (c.-à-d. la méthode de niveau 2), lorsque les coefficients d'émission propres à l'usine ne sont pas disponibles.

3. Des données estimatives sur la production et des coefficients d'émission nationaux moyens propres à la technologie (c.-à-d. la méthode de niveau 1), lorsqu'on ne possède que peu ou pas de données propres à l'usine (seulement une usine).

Plus précisément, la méthode de niveau 2 a été appliquée aux cinq installations actuellement en exploitation au Canada (dont l'une possède deux technologies de production) pendant presque toutes les années. Des coefficients d'émission propres aux usines ont également été appliqués à deux des usines pour certaines années : première usine—de 2000 à 2004 et deuxième usine—de 1990 à 2004. Il convient de noter qu'en raison de la nature confidentielle des données sur la production des usines, il n'est pas possible pour le Canada d'associer précisément les CE aux usines.

L'applicabilité des coefficients d'émission indiqués dans le tableau A6-16 a été évaluée dans l'étude Cheminfo 2006. Au cours de cette étude, on a demandé aux usines de fournir des coefficients d'émission qui leur sont propres, le cas échéant. Une usine qui représentait plus de 80 % des émissions a confirmé que les coefficients d'émission pour une absorption accrue « de type 1 » et des systèmes de RCS ont été fournis par le vendeur de l'équipement. D'autres usines ont été en mesure de fournir des coefficients d'émission qui leur sont propres pour certaines années seulement. Les usines restantes ont appliqué le coefficient d'émission présenté au tableau A6-15, soit le coefficient d'émission établi à 8,5 kg de N₂O/HNO₃ dans les Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques (GIEC, 2000), et non pas celui des Lignes directrices 2006 du GIEC, parce que le premier a été confirmé dans l'étude Cheminfo 2006.

Lorsque les données de production à l'échelle d'une installation n'étaient pas disponibles, on a estimé la production en se basant sur l'utilisation générale de la capacité d'autres installations connues. La production estimée a été multipliée par le coefficient d'émission typique de l'industrie le plus approprié. Pour la période 1990–2004, les données brutes sur les activités et les coefficients d'émission propres aux installations (le cas échéant) ont été recueillies dans le cadre de l'étude Cheminfo de 2006 (Cheminfo Services,

2006). Pour la période 2005–2011, les données utilisées sont celles qui ont été déclarées à Environnement et Changement climatique Canada sur une base volontaire par les entreprises conjointement avec celles provenant de l'enquête de Statistique Canada intitulée Produits chimiques industriels et résines synthétiques. Pour la période 2012–2017, les données sur la production sont tirées de l'enquête de Statistique Canada intitulée Produits chimiques industriels et résines synthétiques.

4.6.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la catégorie de la production d'acide nitrique. On y a tenu compte des incertitudes associées aux données sur la production d'acide nitrique nationales et propres aux installations et aux coefficients d'émission. Dans l'ensemble, les valeurs d'incertitude associées aux émissions de CO₂ dans cette catégorie varient légèrement au fil du temps, de 2,0 % à 2,5 %, les coefficients d'émission contribuant le plus à l'incertitude.

Les mêmes coefficients d'émission ont été employés pour l'ensemble de la série chronologique. Les sources des données sur les activités sont décrites à la section 4.6.2.

4.6.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

La catégorie de la production d'acide nitrique a fait l'objet de contrôles de la qualité informels tout au long du processus d'estimation des émissions. Cela consiste entre autres à vérifier s'il y a des erreurs dans les données de production, par exemple, en comparant les données avec celles des années précédentes, en procédant à une vérification des transcriptions et une vérification des unités.

4.6.5. Recalculs par catégorie

Aucun nouveau calcul n'a été effectué pour cette catégorie.

4.6.6. Améliorations prévues par catégorie

Aucune amélioration n'est prévue dans cette catégorie.

4.7. Production d'acide adipique (catégorie 2.B.3 du CUPR)

4.7.1. Description de la catégorie

La société Invista Canada, autrefois Dupont Canada, située à Maitland, en Ontario, exploitait la seule usine de production d'acide adipique au Canada. Cette entreprise avait considérablement réduit ses émissions de N₂O depuis 1997, année où elle a mis en place un système catalytique antipollution de limitation de ces émissions avec un système de surveillance des émissions. L'usine n'a cependant pas produit d'acide adipique depuis le printemps 2009 et, par conséquent, après l'année 2009, les émissions de N₂O et de CO₂ sont déclarées comme inexistantes dans le CUPR.

4.7.2. Questions de méthodologie

Les estimations des émissions attribuables à la production d'acide adipique ont été fournies par le propriétaire de l'installation. Pour la période de 1990 à 1996, avant que le dispositif antipollution (DAP) soit installé, on a estimé les émissions en multipliant la production d'acide adipique par le coefficient d'émission par défaut du GIEC de 0,3 kg de N₂O/kg d'acide adipique.

Depuis 1997, la méthode d'estimation des émissions calcule séparément les émissions produites lorsque le dispositif antipollution fonctionne et lorsqu'il ne fonctionne pas en raison d'activités d'entretien ou de problèmes techniques (Équation 4-3).

Équation 4-3 :

$$\text{Émissions totales (t)} = \text{Émissions de N}_2\text{O (t) avec DAP} + \text{Émissions de N}_2\text{O (t) sans DAP}$$

Émissions de N₂O avec DAP :

Équation 4-4 :

$$\begin{aligned} \text{Émissions de N}_2\text{O avec DAP (t)} = & \\ & (\text{Production(t)}) \times \left(\frac{0,3t \text{ de N}_2\text{O}}{t \text{ d'acide adipique}} \right) \\ & \times (1 - \text{Efficacité de la destruction}) \times (\text{Ratio d'utilisation du DAP}) \end{aligned}$$

Efficacité de la destruction = Déterminée en fonction de la différence entre la quantité de N₂O qui entre dans le dispositif antipollution et celle qui en sort. Il s'agit d'une moyenne mensuelle calculée au moyen de valeurs enregistrées par des analyseurs situés à l'entrée et à la sortie du dispositif. Le taux ciblé d'efficacité de la destruction instantanée est de 97 %.

Ratio d'utilisation du DAP = Nombre d'heures durant lequel le N₂O passe par le dispositif divisé par la durée totale d'exploitation.

Émissions de N₂O sans DAP :

Équation 4-5:

$$\begin{aligned} \text{Émissions de N}_2\text{O(t) sans DAP} = & \\ & (\text{Production(t)}) \times \left(\frac{0,3t \text{ de N}_2\text{O}}{t \text{ d'acide adipique}} \right) \\ & \times (1 - \text{Ratio d'utilisation du DAP}) \end{aligned}$$

Ratio d'utilisation du DAP = Nombre d'heures durant lequel le N₂O passe par le dispositif divisé par la durée totale d'exploitation.

Il importe de souligner que l'appareil de surveillance en continu et en direct des émissions n'a jamais été utilisé pour surveiller directement les émissions nettes de N₂O, car l'analyseur ne peut mesurer avec exactitude que des concentrations relativement faibles de N₂O et uniquement lorsque le réacteur fonctionne et élimine le N₂O. L'analyseur est incapable de mesurer toute la gamme de concentrations de N₂O qu'on peut trouver dans une cheminée. La concentration de N₂O peut varier d'un seuil nominal de 0,3 %, lorsque le flux sort du dispositif antipollution, à un plafond nominal de 35 % à 39 % de N₂O, lorsque le flux ne passe pas par le dispositif. Lorsque le dispositif est contourné, aucun N₂O n'est éliminé et l'analyseur n'enregistre pas les émissions de N₂O dans la cheminée (Cheminfo Services, 2006).

La technique de calcul utilisée pour estimer les émissions de 1990 à 1997 respectait la méthode de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC,

2006). Pour la période de 1998 à 2009, les méthodes d'estimation des émissions avec ou sans dispositif antipollution respectaient les méthodes de niveaux 2 et 3 (GIEC, 2006).

4.7.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la catégorie de la production d'acide adipique. On y a tenu compte des incertitudes associées aux données sur la production d'acide adipique, au coefficient d'émission, à l'efficacité de la destruction et au facteur d'utilisation du dispositif antipollution. L'incertitude associée à la catégorie dans son ensemble a été évaluée à ±11 %, et on a déterminé que le coefficient d'émission contribuait principalement à l'incertitude. La valeur d'incertitude s'applique à toutes les années de la série chronologique.

Comme on l'explique dans la section 4.7.2, deux méthodes ont été employées pour la série chronologique : une pour la période durant laquelle l'usine a fonctionné **avec** le système de réduction des émissions, et l'autre pour la période durant laquelle l'usine a fonctionné **sans** ce système.

4.7.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

La production d'acide adipique est une catégorie clé qui a fait l'objet de contrôles de qualité de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le manuel sur la qualité du Canada (*General Quality Control Checklist Guidance*) (Environnement Canada, 2015). Les contrôles étaient conformes aux exigences relatives à l'AQ/CQ énoncées au chapitre 6, du volume 1, des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*.

4.7.5. Recalculs par catégorie

Aucun nouveau calcul n'a été effectué pour cette catégorie.

4.7.6. Améliorations prévues par catégorie

Aucune amélioration spécifique à cette catégorie n'est actuellement prévue.

4.8. Production de carbonate de sodium (Catégorie 2.B.7 du CUPR)

4.8.1. Description de la catégorie

Au Canada, il n'y avait qu'une seule usine de carbonate de sodium en activité entre 1990 et 2001. Il n'y a pas eu de production au pays depuis 2001.

4.8.2. Questions de méthodologie

Le Canada a cessé sa production de carbonate de sodium en 2001. On a appliqué une méthode de niveau 1 pour estimer les émissions de CO₂ produites par le procédé de production de carbonate pour les années de déclaration applicables (1990–2001). On présume que les émissions nettes de CO₂ sont négligeables, car le CO₂ provenant du procédé de Solvay a été récupéré pour être réutilisé (AMEC, 2006).

4.8.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

La méthode, le coefficient d'émission et les données sur les activités sont uniformes tout au long de la série chronologique. L'incertitude de niveau 1 associée aux émissions récupérées est de 14 %.

4.8.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

La catégorie de la production de carbonate de sodium a fait l'objet de contrôles de la qualité informels tout au long du processus d'estimation des émissions.

4.8.5. Recalculs par catégorie

Aucun nouveau calcul n'a été effectué pour cette catégorie.

4.8.6. Améliorations prévues par catégorie

Aucune amélioration n'est actuellement prévue explicitement pour cette catégorie.

4.9. Production de carbure, production de dioxyde de titane, production pétrochimique et de noir de carbone et production fluorochimique (catégories 2.B.5, 2.B.6, 2.B.8 et 2.B.9.a du CUPR)

4.9.1. Description de la catégorie

Production de carbure (catégorie 2.B.5 du CUPR)

La présente section porte sur deux types de carbure : le carbure de silicium (CSi) et le carbure de calcium (CaC₂). La production de CSi et de CaC₂ a cessé au Canada avec la fermeture des deux dernières installations de CSi en 2002; l'unique installation de CaC₂ a fermé ses portes en 1992.

Production de dioxyde de titane (catégorie 2.B.6 du CUPR)

Le dioxyde de titane (TiO₂) est l'un des pigments blancs les plus couramment utilisés, principalement dans la fabrication de peinture, de papier et de plastique, la production de caoutchouc et divers autres produits. Il existe deux procédés de production de TiO₂ : le procédé au chlorure et le procédé au sulfate. On sait que le procédé au sulfate ne produit pas d'émissions significatives (GIEC, 2006).

D'après l'étude Cheminfo 2010, il y a un producteur de TiO₂ au Canada qui utilise à la fois les procédés au chlorure et au sulfate pour la fabrication de TiO₂. Les données obtenues au cours de cette étude sur la capacité de production au moyen des deux types

de procédés ont permis d'évaluer l'importance des émissions de cette industrie au Canada. L'application du coefficient d'émission par défaut de 1,34 tonne de CO₂/tonne de TiO₂ aux données sur la capacité de production de 2009 (les plus récentes données disponibles) a produit un résultat qui montre que les émissions de CO₂ provenant du procédé au chlorure de cette installation n'étaient pas significatives. Plus précisément, elles représentaient moins de 0,01 % des émissions nationales et ont donc été jugées non significatives (les émissions ne sont pas significatives si elles sont inférieures à 0,05 % du total national et inférieures à 500 kt d'éq. CO₂). Conformément à la recommandation de l'EEE, les émissions de CO₂ de cette catégorie sont déclarées avec la mention « NE » (non estimées) et une explication est fournie dans le logiciel de déclaration du CUPR à partir du NIR 2018.

Production de méthanol (catégorie 2.B.8.a du CUPR)

De 1990 à 2006, trois installations produisaient du méthanol au Canada, mais elles avaient toutes cessé leurs activités en 2001, 2005 et 2006, respectivement. La production de méthanol a pris fin en 2006 au Canada, mais a recommencé en 2011 à un endroit.

Les émissions de GES (CO₂, CH₄ et N₂O) issues des procédés proviennent principalement des gaz d'échappement des procédés séparés du méthanol et brûlés sur place pour la récupération d'énergie. Les rejets gazeux des procédés contiennent un surplus de CO, de CO₂ et d'hydrocarbures légers. Du CH₄ peut également être rejeté lors de l'évacuation des gaz de procédés contenant du CH₄ par le train de distillation de méthanol et les réservoirs de stockage de méthanol, et des émissions fugitives peuvent provenir d'équipements qui fuient (Cheminfo Services, 2010).

Production d'éthylène (catégorie 2.B.8.b du CUPR)

Il y avait cinq usines d'éthylène en exploitation au Canada entre 1990 et 2017, dont l'une est entrée en activité en 1994, et une autre a fermé ses portes en 2008. Ces usines consomment des combustibles tels que l'éthane et le propane pour produire de l'éthylène.

Production de dichlorure d'éthylène (catégorie 2.B.8.c du CUPR)

Au Canada, trois installations de production de dichlorure d'éthylène (DCE) ont été exploitées pendant différentes périodes entre 1990 et 2006, mais elles ont maintenant toutes cessé leurs activités, la dernière en date de 2006.

Deux procédés ont été utilisés dans la production de DCE au Canada. Le premier est la chloration directe de l'éthylène dans une réaction en phase liquide ou gazeuse en utilisant du dibromure d'éthylène comme catalyseur. Le deuxième procédé est l'oxychloration.

En ce qui concerne les émissions, les gaz d'échappement qui contiennent des hydrocarbures chlorés sont brûlés à l'intérieur de l'installation avant d'être rejetés, donc le carbone présent dans ces gaz d'échappement est transformé en CO₂. Les émissions de CO₂ issues des procédés utilisés pour la production de DCE découlent de la réaction secondaire de l'oxydation des matières premières. Les émissions de CH₄ issues de procédés sont vraisemblablement produites par la distillation des hydrocarbures légers et ne sont pas captées par un système de récupération des gaz de torche. Ces émissions sont rejetées dans l'atmosphère (Cheminfo Services, 2010).

Production de noir de carbone (catégorie 2.B.8.f du CUPR)

Quatre installations ont produit du noir de carbone au Canada entre 1990 et 2017; trois sont toujours en exploitation. La production de noir de carbone peut entraîner le rejet de CO₂, de CH₄ et de N₂O. Il convient de noter que les émissions de N₂O sont déclarées dans la catégorie 2.B.10 (Autres) du CUPR. Les émissions de CO₂ sont incluses dans la catégorie 2.D du CUPR (Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant) et cette catégorie du CUPR ne peut être subdivisée. Les émissions de CO₂ provenant de la production de noir de carbone sont donc déclarées avec la mention « IA » (incluses ailleurs) dans le CUPR.

Production de styrène (catégorie 2.B.8.g du CUPR)

Au Canada, trois installations ont produit du styrène entre 1990 et 2017, dont une a cessé ses activités en 1998. La production de styrène peut entraîner le rejet de CO₂ et de CH₄. Les émissions de CO₂ sont

incluses dans la catégorie 2.D du CUPR (Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant) et cette catégorie du CUPR ne peut être subdivisée. Les émissions de CO₂ provenant de la production de styrène sont donc déclarées avec la mention « IA » (incluses ailleurs) dans le CUPR. La combinaison de ces catégories, c'est-à-dire la production de carbure (catégorie 2.B.5 du CUPR) et la production pétrochimique et de noir de carbone (catégorie 2.B.8 du CUPR), a contribué aux émissions totales du Canada en 2017 à hauteur de 2 400 kt (0,3 %), soit une diminution de 28 % depuis 1990.

Production fluorochimique (émissions de sous-produits, catégorie 2.B.9.a du CUPR)

La fabrication du HCFC-22 génère un sous-produit, le trifluorométhane (HFC-23 ou CHF₃) [GIEC, 2000].

Deux producteurs de HCFC-22 (Dupont Canada et Allied Signal) avaient des activités au Canada au cours des années 1980 et au début des années 1990, mais ils ont cessé la production en 1992. Au Canada, il n'y a plus de fabrication ou d'importation d'équipement contenant du HCFC-22 depuis le 1^{er} janvier 2010 (HRAI, 2008). Les rejets de HFC comme sous-produit de la production de HCFC-22 étaient de 980 kt, 1 100 kt et 840 kt, respectivement en 1990, 1991 et 1992.

Il n'y a eu aucune production connue de SF₆ ou d'hydrocarbures perfluorés (PFC) au Canada durant cette série chronologique.

4.9.2. Questions de méthodologie

Production de carbure (catégorie 2.B.5 du CUPR)

Une méthode de niveau 1 (c.-à-d. avec l'application des coefficients d'émission par défaut de la méthode de niveau 1 du GIEC) a été utilisée pour estimer les émissions de CH₄ attribuables à la production de carbure. Une étude a été demandée pour déterminer la capacité de production des trois installations de production de carbure au Canada. Une estimation des émissions de CH₄ a été établie pour deux installations de production de carbure de silicium de 1990 à 2001 et pour une installation de production de carbure de calcium en 1990 et 1991 d'après l'utilisation présumée de la capacité et les coefficients d'émission de CH₄. Seules les données sur la capacité de production (CSi et CaC₂) au cours de

la série chronologique ont été obtenues dans cette étude. L'équation suivante a donc servi à estimer les émissions totales de CH₄ découlant de la production de carbure :

Equation 4–6:

Émissions totales de CH₄ (t) =

$$\sum_y [(capacité\ de\ production\ de\ CSi \times utilisation\ de\ la\ capacité \times coefficient\ d'émission\ pour\ la\ production\ de\ CSi) + (capacité\ de\ production\ de\ CaC_2 \times coefficient\ d'émission\ pour\ la\ production\ de\ CaC_2)]$$

<i>y</i>	=	représente les entreprises
<i>capacité de production de CSi/CaC₂</i>	=	données recueillies auprès de l'industrie, en kt
<i>utilisation de la capacité</i>	=	d'après la connaissance de l'industrie de Cheminfo Services, en %
<i>coefficient d'émission pour la production de CSi</i>	=	voir l'annexe 6
<i>coefficient d'émission pour la production de CaC₂</i>	=	voir l'annexe 6

Production de dioxyde de titane (catégorie 2.B.6 du CUPR)

Pour évaluer l'importance des émissions de cette catégorie conformément à la recommandation de l'EEE, les données sur la capacité de production de 2009 (les plus récentes données disponibles) pour le procédé au chlorure ont été multipliées par le coefficient d'émission par défaut de 1,34 tonne de CO₂/TiO₂ produit établi dans les Lignes directrices 2006 du GIEC.

Production de méthanol (catégorie 2.B.8.a du CUPR)

Lorsqu'elles étaient disponibles, les données sur les émissions de CO₂, de CH₄, et de N₂O déclarées par les installations ont été incluses dans le présent rapport. Les émissions restantes ont été estimées à l'aide d'une méthode de niveau 2, où les données sur la production des installations et les émissions ont servi à calculer un coefficient d'émission propre au pays pour le CO₂, le CH₄ et le N₂O. Les valeurs de la production nationale de méthanol ont été tirées du C_{PI} Product Profile de Camford pour 1990–1999, et on a estimé ces valeurs pour 2000–2006 à partir de l'utilisation présumée de la capacité (Cheminfo Services, 2010).

La production de méthanol a redémarré au Canada en 2011, dans une installation précédemment incluse dans l'inventaire. Les mêmes coefficients d'émission propres au pays ont été appliqués aux données de production rendues publiques par l'usine pour l'année de production 2011 (Cheminfo Services, 2015). Pour la période de 2012 à 2017, les données de production sont tirées de l'enquête de Statistique Canada intitulée Produits chimiques industriels et résines synthétiques.

Production d'éthylène (catégorie 2.B.8.b du CUPR)

Deux études de consultation ont été demandées pour évaluer les sources d'émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O dans la production pétrochimique canadienne, ainsi que la quantité de combustibles utilisés comme matières premières. Ce dernier aspect visait à faire une distinction entre les émissions associées à la production pétrochimique (catégorie 2.B.8 du CUPR) et les émissions associées aux utilisations non énergétiques des combustibles (catégorie 2.D du CUPR).

Dans le cadre de la première étude¹³, un questionnaire a été envoyé au nom d'Environnement et Changement climatique Canada à quatre entreprises qui produisaient de l'éthylène au Canada. Des réponses ont été reçues de trois des quatre installations, qui représentaient 90 % de la capacité de production d'éthylène au Canada en 2009. Les données communiquées comprenaient les émissions et les valeurs de production pour les années 2007 à 2009, et ont servi à formuler les coefficients d'émission de N₂O au niveau des installations. La seconde étude¹⁴ examinait les combustibles utilisés par les producteurs canadiens d'éthylène pendant la période de 1990–2014 et les coefficients d'émission pour le CO₂ et le CH₄ au niveau des installations, année par année. Les deux coefficients d'émission évoluent au fil du temps, au rythme de la modification des quantités de matières premières consommées dans la production canadienne d'éthylène.

Les données sur la production nationale d'éthylène sont tirées du C_{PI} Product Profile de Camford pour la période de 1990 à 1995 et des données de production fournies par les entreprises pour les années 2007 à 2009. Les données pour la période de 2008 à 2017 sont tirées de l'enquête de Statistique Canada intitulée Produits chimiques industriels et

résines synthétiques. Les coefficients d'émission pour chaque installation sont confidentiels, car ils ont été calculés à partir de données commerciales sensibles. Cependant, on trouve à l'annexe 6 les coefficients d'émission moyens pour l'ensemble de l'industrie.

Quand une installation déclarait directement les émissions de GES issues de procédés, ces données étaient utilisées aux fins de l'inventaire. Quand les données n'étaient pas disponibles, on procédait à une estimation de ces émissions fondée sur la production d'éthylène estimée (une répartition est faite pour chaque installation n'ayant pas soumis de déclaration, en proportion de sa capacité) et les coefficients d'émission correspondants.

Production de dichlorure d'éthylène (catégorie 2.B.8.c du CUPR)

Les données sur les émissions de CH₄ attribuables à la production de dichlorure d'éthylène (DCE) de 1990 à 2006 ont été obtenues à partir d'une étude de consultation. Les installations de production de DCE ayant cessé leurs activités et aucune réponse à un questionnaire ne pouvant être fournie pour les données antérieures, on a appliqué une méthode de calcul de niveau 1 (production annuelle x coefficient d'émission par défaut de la méthode de niveau 1 du GIEC) pour établir des estimations des émissions de CH₄ issues de procédés pour la période de 1990 à 2006. Les données sur la production annuelle de DCE sont tirées du Canadian C₂₊ Petrochemical Report. Les coefficients par défaut d'émissions de CH₄ issues des procédés utilisés dans la production de DCE, tels qu'ils sont appliqués, sont tirés du tableau 2-10 des Lignes directrices du GIEC—Version révisée de 1996, sous le nom « dichloroéthylène » (GIEC/OCDE/AEI, 1997). Le Canadian C₂₊ Petrochemical Report a été préparé et publié par un consultant indépendant qui fournit de l'information commerciale à l'industrie chimique canadienne. On trouve dans ce rapport des renseignements sur les quantités restantes d'éthylène et de ses dérivés à partir de la production totale, des dispositions et des statistiques du commerce extérieur canadien. Aux fins de l'estimation des émissions à l'échelle provinciale, Cheminfo Services a réparti la production annuelle de DCE par installation en proportion de la capacité de chaque installation (la production annuelle a été calculée à l'aide des données sur la capacité de production déclarée par les entreprises dans le cadre de l'étude menée par Cheminfo en 2010).

¹³ Cheminfo Services, 2010

¹⁴ Cheminfo Services, 2015

Production de noir de carbone (catégorie 2.B.8.f du CUPR)

Les émissions de CH₄ issues de la production de noir de carbone ont également été estimées en 2010 à l'aide d'une étude de consultation. Un questionnaire a été envoyé à trois installations de production de noir de carbone afin de recueillir des données sur la capacité et la production pour la période de 1990 à 2009, et sur les émissions des GES issues des procédés. Les trois installations ont fourni des données sur la capacité de noir de carbone pour 1990–2009, mais elles n'ont pas toutes indiqué leurs émissions de CH₄ issues des procédés. D'après les réponses compilées, on a établi deux coefficients d'émission de niveau 3 propres aux installations comme des moyennes pondérées des données déclarées pour 2007–2009.

Des coefficients d'émission de 1,3 kg/t pour le CH₄ et de 0,032 kg/t pour le N₂O ont été établis comme les moyennes pondérées des données déclarées pour 2007–2009. Un coefficient d'émission de CH₄ découlant des procédés pour l'ensemble du secteur a également été calculé comme une moyenne pondérée à partir du même ensemble de données fournies par les deux installations (1,29 kg de CH₄/t de produit).

La valeur du coefficient d'émission pour l'ensemble du secteur est inférieure à la valeur par défaut du GIEC de 11 kg de CH₄/t de produit. On pense que le CE par défaut du GIEC, qui est fondé sur une seule étude, a inclus le CH₄ issu de la combustion de combustibles. Le coefficient d'émission du Canada comprend seulement le CH₄ qui provient directement de la matière première.

Le coefficient d'émission ci-dessus est utilisé lorsqu'un coefficient d'émission propre à une installation ne peut être utilisé. Quand une installation fournissait directement des données sur les émissions de procédés, ces données étaient indiquées dans l'inventaire. Quand ces données n'étaient pas disponibles, des estimations étaient établies à partir de la production estimée de noir de carbone (une répartition était faite pour chaque installation n'ayant pas soumis de déclaration, en proportion de sa capacité) et un coefficient d'émission moyen de niveau 3 propre au secteur (soit propre à une installation ou à l'échelle d'un secteur) était appliqué. La production estimée de noir de carbone a été calculée en soustrayant de la production nationale de noir de carbone le total de toute la production de noir

de carbone déclarée. Les données sur la production nationale de noir de carbone sont tirées du C_{PI} Product Profile de Camford pour la période 1990–1995 et des déclarations des entreprises pour 2007–2009. On a calculé par interpolation les émissions pour les années entre ces deux périodes (soit de 1996 à 2006) en se basant sur le taux de croissance moyen du secteur pour 1990–1994. La production totale du secteur pour chaque année de la période de 1996 à 2006 a été calculée en multipliant le taux de croissance moyen du secteur par la production totale du secteur de l'année précédente (à compter de 1995). Les données sur la production d'éthylène pour les années 2010 à 2017 sont tirées de l'enquête de Statistique Canada intitulée Produits chimiques industriels et résines synthétiques.

Production de styrène (catégorie 2.B.8.g du CUPR)

Les émissions de CO₂ issues de procédés peuvent provenir de la combustion des rejets gazeux des procédés (gaz combustibles) sous forme de combustible ou du brûlage par torchère de flux de procédés surpressurisés. Du méthane (CH₄) pourrait être présent ainsi que des réactifs de procédé, de l'éthylène et du benzène, lesquels seraient émis si ces flux de procédés ou récupérés n'étaient évacués. Les émissions fugitives de ces flux contiendraient également du méthane (Cheminfo Services, 2010).

En l'absence de données provenant des installations, une approche de niveau 1 a été utilisée pour estimer les émissions de CH₄ des procédés. Les données sur la production annuelle de styrène sont tirées du Canadian C₂+ Petrochemical Report. Aux fins d'estimation des émissions à l'échelle provinciale, la production annuelle de styrène est répartie par installation en proportion de la capacité de chaque installation. Le coefficient d'émission de CH₄ par défaut pour le styrène (4 kg/t) est tiré du tableau 2-10 des Lignes directrices du GIEC—Version révisée de 1996 (GIEC/OCDE/AEI, 1997). La production de styrène ne figurant pas dans la section des produits pétrochimiques de ces lignes directrices, aucun coefficient d'émission plus récent n'a pu être appliqué. En raison de l'absence de données de production pour 2010 et 2011, on suppose que la production est la même qu'en 2009. Toutefois, les données sur la production de 2012 à 2017 tirées de l'enquête de Statistique Canada intitulée Produits chimiques industriels et résines synthétiques sont utilisées pour estimer les émissions au cours de ces années.

Production fluorochimique (émissions de sous-produits, catégorie 2.B.9.a du CUPR)

Pour estimer les émissions de HFC-23 associées à la production de HCFC-22, on a multiplié la production totale de HCFC-22 par le coefficient d'émission de niveau 1 du GIEC, soit 0,04 t de HFC-23/t de HCFC-22 produite (GIEC, 2006). On a supposé que la destruction (par oxydation thermique) ou la transformation du HFC-23 ne se pratiquait pas au Canada. Environnement Canada a recueilli des données de production pour 1990–1992 auprès des producteurs de HCFC¹⁵.

4.9.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Production de carbure (catégorie 2.B.5 du CUPR)

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été effectuée pour la catégorie de production de carbure (Cheminfo Services, 2010) d'après les connaissances d'experts, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC.

Pour ce qui est des données sur la capacité de production de carbure, un degré d'incertitude de ± 5 % est appliqué lorsque les installations ne fournissent aucun degré d'incertitude dans le cadre d'un sondage. La plage d'incertitude associée à l'ensemble de cette catégorie pour la série chronologique durant laquelle les émissions ont eu lieu (1999–2001) varie de ± 16 à ± 27 % (Cheminfo Services, 2010).

Production de dioxyde de titane (catégorie 2.B.6 du CUPR)

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée par Cheminfo Services (2010) pour la production de dioxyde de titane, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC. L'incertitude liée aux estimations pour 2009 a été établie à ± 15 %. Toutefois, cette estimation de l'incertitude associée à la présente catégorie n'est pas prise en compte dans l'évaluation globale de l'incertitude présentée

à l'annexe 2, parce que cette catégorie a été jugée non significative.

Production de méthanol (catégorie 2.B.8.a du CUPR)

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée par Cheminfo Services (2010) pour la sous-catégorie de la production de méthanol, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC.

Cheminfo Services (2010) n'ayant pu obtenir d'estimations de l'incertitude propre à chaque installation, on a utilisé des degrés d'incertitude fondés sur les connaissances d'experts aux fins de l'analyse.

L'incertitude associée à cette catégorie dans son ensemble pour la série chronologique a varié de 7 % à 20 % pour les émissions de CH_4 , de 11 % à 30 % pour les émissions de N_2O et de 4 % à 11 % pour les émissions de CO_2 .

Production d'éthylène (catégorie 2.B.8.b du CUPR)

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée par Cheminfo Services (2010, 2015) pour la sous-catégorie de la production d'éthylène, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC.

Dans le cadre de cette étude (Cheminfo Services, 2010), on a demandé aux répondants de fournir leur meilleure estimation de l'incertitude associée à chaque variable déclarée. Comme très peu de répondants ont présenté une estimation, on a utilisé des degrés d'incertitude fondés sur les connaissances d'experts aux fins de l'analyse.

Les degrés d'incertitude des estimations des émissions pour l'ensemble de la série chronologique ont varié de ± 7 % à ± 12 % dans le cas du CH_4 , de ± 12 % à ± 21 % dans le cas du N_2O et de ± 4 % à ± 7 % pour le CO_2 .

Production de dichlorure d'éthylène (catégorie 2.B.8.c du CUPR)

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée par Cheminfo Services (2010) pour la sous-catégorie de la production de dichlorure d'éthylène, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC.

Cheminfo Services (2010) n'ayant pu obtenir d'estimations de l'incertitude propre à chaque installation, on a utilisé des degrés d'incertitude fondés

¹⁵ Bovet Y., et Y. Guilbault. 2004–2006. Communications personnelles (courriels envoyés par Y. Bovet et Y. Guilbault à A. Au, Environnement et Changement climatique Canada, pendant les années 2004–2006). Section de l'utilisation des produits et de l'application de contrôles (SUPAC).

sur les connaissances d'experts aux fins de l'analyse. On a estimé à ± 21 % le degré d'incertitude associé à cette catégorie dans son ensemble pour la série chronologique (Cheminfo Services, 2010).

Production de noir de carbone (catégorie 2.B.8.f du CUPR)

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée par Cheminfo Services pour la sous-catégorie de la production de noir de carbone, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC.

Dans le cadre de cette étude (Cheminfo Services, 2010), on a demandé aux répondants de fournir leur meilleure estimation de l'incertitude associée à chaque variable déclarée. Comme très peu de répondants ont présenté une estimation, on a utilisé des degrés d'incertitude fondés sur les connaissances d'experts aux fins de l'analyse.

Les degrés d'incertitude associées à cette catégorie varient de ± 6 % à ± 11 % pour les émissions de CH_4 , de ± 11 % à ± 13 % pour les émissions de N_2O , et de ± 2 % à ± 7 % pour les émissions de CO_2 .

Production de styrène (catégorie 2.B.8.g du CUPR)

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée par Cheminfo Services (2010) pour la sous-catégorie de la production de styrène, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC.

Cheminfo Services n'ayant pu obtenir d'estimations de l'incertitude propre à chaque installation, on a utilisé des degrés d'incertitude fondés sur les connaissances d'experts de l'industrie aux fins de l'analyse. L'incertitude de niveau 1 associée aux émissions de CH_4 dans cette catégorie varie de ± 20 % à ± 22 %.

Production fluorochimique (émissions de sous-produits, catégorie 2.B.9.a du CUPR)

On n'a pas mesuré l'incertitude relative aux estimations des émissions de HFC-23. Cependant, on croit que les données sur la production soumises par les producteurs de HCFC-22 étaient raisonnablement précises. La principale source d'incertitude pourrait être le coefficient d'émission par défaut de niveau 1, car la corrélation entre la quantité des émissions de HFC-23 et le taux de production du HCFC-22 peut varier selon l'infrastructure de l'installation et

les conditions d'exploitation (GIEC, 2000). Selon les Lignes directrices 2006 du GIEC, un facteur d'incertitude de 50 % peut convenir à l'estimation de la production de HFC de niveau 1.

4.9.4. Assurance de la qualité/ contrôle de la qualité et vérification par catégorie

Les estimations d'émissions de CO_2 pour les catégories de la production pétrochimique et de noir de carbone et la catégorie de la production fluorochimique ont fait l'objet de contrôles de la qualité (CQ) de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le manuel sur la qualité du Canada (*General Quality Control Checklist Guidance*) (Environnement Canada, 2015). Les contrôles étaient conformes aux exigences relatives à l'AQ/CQ énoncées au chapitre 6, du volume 1, des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*.

Les estimations d'émissions des deux autres GES (CH_4 et N_2O) pour les mêmes catégories et les estimations d'émissions du CO_2 pour la catégorie de la production de dioxyde de titane ont fait l'objet de contrôles de la qualité informels.

4.9.5. Recalculs par catégorie

Aucun nouveau calcul n'a été effectué pour ces catégories.

4.9.6. Améliorations prévues par catégorie

La production d'oxyde d'éthylène est une source d'émissions de CO_2 et de CH_4 qui n'est actuellement pas estimée dans l'inventaire du Canada. On prévoit donc élaborer une méthode ou un modèle pour estimer et déclarer dans les prochains rapports d'inventaire ces émissions pour la catégorie 2.B.8.d. du CUPR, Oxyde d'éthylène.

Aucune autre amélioration n'est prévue pour la catégorie 2.B du CUPR, Industrie chimique.

4.10. Production sidérurgique (catégorie 2.C.1 du CUPR)

4.10.1. Description de la catégorie

La catégorie de la production sidérurgique comptait pour 9 381 kt (1,3 %) des émissions totales du Canada en 2017, soit une baisse de 11 % depuis 1990.

Il y a quatre usines sidérurgiques intégrées au Canada, toutes situées en Ontario. Une des usines utilise le procédé de four électrique à arc (FEA) pour une partie de l'acier qu'elle produit. L'annexe 3.3 donne de plus amples détails sur les technologies de production employées au Canada dans le secteur de la sidérurgie.

Dans la production de fonte brute, le carbone joue le double rôle de combustible et d'agent réducteur. Les émissions résultant de la combustion de combustibles, comme les gaz des fours à coke, ne sont pas déclarées dans cette catégorie, mais plutôt dans la catégorie industrielle appropriée du secteur de l'énergie.

Les émissions totales de la catégorie de la production sidérurgique représentent la somme des émissions des sources suivantes :

- les émissions de CO₂ résultant de l'oxydation du carbone, qui a lieu lorsque le minerai de fer est réduit en fonte brute;
- les émissions produites durant la production d'acier, qui sont nettement moindres (elles résultent de l'oxydation du carbone dans le fer brut et de la consommation d'électrodes);
- les émissions de CO₂ rejetées par le flux de calcaire dans le haut fourneau;
- les émissions de CH₄ provenant de l'utilisation de coke métallurgique (comme agent réducteur).

4.10.2. Questions de méthodologie

Une méthode de niveau 2 du GIEC est utilisée pour estimer les émissions imputables à la production d'acier (GIEC, 2006). La méthode tient compte des circonstances propres au Canada pour ce qui est du coefficient d'émission de coke ($CE_{\text{coke_mét}}$) et de la teneur en carbone de la fonte brute.

L'équation suivante a servi à estimer les émissions de CO₂ résultant de la production de fonte brute :

Équation 4-7 :

$$E_{\text{CO}_2, \text{FB}} = (CE_{\text{coke_mét}} \times M_{\text{coke_mét}}) + (M_{\text{minéral}} \cdot TC_{\text{minéral}} - P_{\text{FB}} \cdot TC_{\text{FB}}) \times (44/12)$$

$E_{\text{CO}_2, \text{GF}}$	=	émissions issues des procédés de production de fonte brute, en kt
$CE_{\text{coke_mét}}$	=	coefficients d'émission (t de CO ₂ /t de coke métallurgique utilisé) pour des années spécifiques tirées de l'étude de Cheminfo Services (2010)
M_i	=	masse de i utilisé ou produit, en kt; où i représente le coke métallurgique et le minerai
TC_i	=	teneur en carbone du i , en % où i représente le coke métallurgique, le minerai et la fonte brute; dans le cas du minerai, la valeur est zéro selon le GIEC (2000)
P_{FB}	=	production de fonte brute, en kt
$44/12$	=	rapport entre le poids moléculaire du CO ₂ et le poids moléculaire du carbone

Aux fins des estimations des émissions de cette catégorie, on a posé l'hypothèse que l'agent réducteur utilisé dans l'industrie canadienne était du coke métallurgique dans 100 % des cas (Cheminfo Services, 2010). Le minerai a une teneur en carbone presque nulle (GIEC, 2000). Les émissions de GES dues à l'utilisation d'agents réducteurs autres que le coke métallurgique sont estimées dans la catégorie industrielle qui convient dans le secteur de l'énergie.

L'utilisation du coke métallurgique a été établie à partir du *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* (BDEEC) (Statistique Canada 1990–2017). Les données concernant la production totale de fonte brute au Canada proviennent des rapports de Statistique Canada de 1990 à 2003 et de 2004 à 2012 (numéros 41-001 et 41-019 au catalogue, respectivement) et de l'Association canadienne des producteurs d'acier (ACPA) pour 2013–2017. Les coefficients d'émission pour l'utilisation de coke ($CE_{\text{coke_mét}}$) sont propres aux années et sont tirés de l'étude menée par Cheminfo Services en 2010. Dans cette étude, Cheminfo Services a fait parvenir un questionnaire à quatre aciéries intégrées au Canada pour connaître leur consommation de coke et l'estimation de leurs émissions pour les années 1990 à 2009. Les coefficients d'émission correspondent à un ratio des émissions de CO₂ par rapport à l'utilisation du coke. Aucune valeur

de teneur en carbone du coke propre au Canada n'étant disponible pour 2010 à 2017, on a utilisé la valeur de 2009 pour ces années (Comme il s'agit d'un produit calciné, on ne s'attend pas à ce que la teneur en carbone du coke varie beaucoup). Les teneurs en carbone du coke ont ensuite été appliquées à l'ensemble de données sur l'utilisation du coke fourni par Statistique Canada. Pour ce qui est de la teneur en carbone de la fonte brute, une valeur de la teneur moyenne pour l'industrie a été fournie par l'ACPA¹⁶, une valeur qui est considérée comme confidentielle.

Les émissions de CO₂ attribuables à la production d'acier ont été estimées à l'aide de l'équation suivante :

Équation 4-8 :

$$E_{CO_2, \text{acier}} = [TC_{\text{fer}} \cdot M_{\text{fer}} + TC_{\text{mitrilles d'acier}} \cdot M_{\text{mitrilles d'acier}} - TC_{\text{FOB}} \cdot M_{\text{FOB}} - TC_{\text{FEA}} \cdot M_{\text{FEA}}] \cdot 44/12 + CE_{\text{FEA}} \cdot P_{\text{FEA}} + EF_{\text{FOB}} \cdot P_{\text{FOB}}$$

$E_{CO_2, \text{acier}}$	=	émissions provenant de la production d'acier, en kt
TC_j	=	teneur en carbone du i , en % où j représente la fonte brute ou les mitrilles d'acier chargées dans un four électrique à arc (FEA) ou dans un four à oxygène de base (FOB)
M_j	=	masse de j utilisée, en kt
$44/12$	=	rapport entre le poids moléculaire du CO ₂ et le poids moléculaire du carbone
CE_k	=	coefficients d'émission (t de CO ₂ /t d'acier produit), selon l'ACPA
P_k	=	production d'acier dans un FEA ou un FOB, en kt

D'après l'Équation 4-8, une partie des émissions de CO₂ associées aux procédés de production d'acier est estimée en fonction de la différence entre la quantité de carbone dans le fer et les mitrilles d'acier servant à la fabrication de l'acier et la quantité de carbone qui se trouve dans l'acier produit dans les fours à oxygène de base (FOB) et les fours électriques à arc (FEA). Il faut souligner que la quantité de fonte brute chargée dans les hauts fourneaux des aciéries (utilisée dans l'Équation 4-8) n'est pas égale à la production totale de fonte brute (utilisée dans l'Équation 4-7). Dans le procédé de production d'acier, des émissions sont également produites par la consommation d'électrodes dans les FEA et dans la métallurgie secondaire en poche. Ces émissions sont prises en compte dans les deux derniers termes de l'équation.

Les données sur la fonte brute totale chargée dans les fours sidérurgiques, sur la production totale d'acier et sur la quantité d'acier produite dans les FEA proviennent de Statistique Canada pour 1990 à 2003 et 2004 à 2012 (numéros 41-001 et 41-019 au catalogue, respectivement) et de l'ACPA pour 2013 à 2017. Les valeurs de la teneur en carbone et des coefficients d'émission indiquées dans l'Équation 4-8 ont été fournies par l'ACPA¹⁷.

La méthodologie qui a servi à estimer les émissions de CO₂ du calcaire employé comme fondant dans les hauts fourneaux est décrite à la section 4.4.2.

Pour plus de renseignements sur les matériaux de procédé, les coefficients d'émissions et les teneurs en carbone pris en compte pour l'estimation des émissions de CO₂ dans la catégorie 2.C.1 du CUPR, Production sidérurgique, veuillez vous reporter à l'annexe 3.3.

L'estimation des émissions de CH₄ repose sur la masse de coke métallurgique employée (Statistique Canada, 1990-2017), multipliée par un coefficient d'émission. La valeur du coefficient d'émission applicable aux émissions de CH₄ résultant de l'utilisation de coke métallurgique dans l'industrie sidérurgique n'est pas présentée dans ce rapport, à des fins de confidentialité.

Les données sur l'utilisation de coke métallurgique à l'échelle provinciale provenant du BDEEC (Statistique Canada, 1990-2017) ont servi à répartir les émissions nationales selon les provinces auxquelles elles s'appliquent.

À noter que les données du BDEEC publiées pour une année particulière sont préliminaires et sujettes à révision dans les rapports ultérieurs.

L'utilisation de coke de pétrole dans les électrodes FAE a également été déclarée par Statistique Canada avec toutes les autres utilisations de coke de pétrole à des fins non énergétiques. Pour éviter une double comptabilisation des données, on soustrait donc les émissions de CO₂ attribuables à la consommation d'électrodes dans le procédé de production d'acier dans les FAE des émissions totales non attribuables au secteur de l'énergie. On suppose qu'aucune électrode importée n'est utilisée pour produire de l'acier dans les FAE au Canada. Si les électrodes sont importées, il faut soustraire la proportion de

¹⁶ Chan K. 2009. Communication personnelle (courriel de K. Chan à M. Pagé, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 21 juillet 2009). Association canadienne des producteurs d'acier.

¹⁷ Chan K. 2009. Communication personnelle (courriel de K. Chan à Maryse Pagé, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 21 juillet 2009). Association canadienne des producteurs d'acier.

CO₂ qui provient des émissions de la consommation d'électrodes avant de soustraire celles-ci du total des émissions non énergétiques.

4.10.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la catégorie de la sidérurgie. On y a tenu compte des incertitudes associées à tous les paramètres utilisés dans l'estimation des émissions de chaque source de cette catégorie, comme les données sur l'utilisation de coke métallurgique, le coefficient d'émission du coke, les données sur la production de fonte brute et d'acier, la teneur en carbone de la fonte brute et de l'acier, les données sur le calcaire et les coefficients d'émission qui s'y rattachent. L'évaluation a aussi tenu compte de l'erreur associée au taux d'absence de réponse aux enquêtes de Statistique Canada. Les incertitudes liées aux estimations des émissions de CO₂ et de CH₄ associées à cette catégorie étaient respectivement de $\pm 5,54$ % et ± 405 %, ce qui a donné une incertitude globale de ± 5 % pour la catégorie dans son ensemble.

4.10.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

La production sidérurgique (CO₂) est une catégorie clé qui a fait l'objet de contrôles de la qualité de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le manuel sur la qualité du Canada (*General Quality Control Checklist Guidance*) (Environnement Canada, 2015). Les contrôles étaient conformes aux exigences relatives à l'AQ/CQ énoncées au chapitre 6, du volume 1, des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*.

4.10.5. Recalculs par catégorie

Aucun changement n'a été apporté à la méthodologie employée pour estimer les émissions de cette catégorie. Cependant, les révisions des données sur les activités déclarées dans le BDEEC pour 2015 ont donné lieu à un recalcul à la hausse d'environ 484 kt et en 2016 ont donné lieu à une baisse d'environ 42 kt de CO₂.

4.10.6. Améliorations prévues par catégorie

Comme mentionné précédemment, une petite partie des émissions de CO₂ issues de procédés associés à la sidérurgie découle de l'utilisation d'agents réducteurs autres que le coke métallurgique, à savoir le gaz naturel et le charbon. Ces données sur les combustibles proviennent du BDEED; en raison de sa forme agrégée, on ne peut pour l'instant allouer la portion appropriée à la catégorie 2.C.1 du CUPR, Production sidérurgique.

Le gaz naturel employé comme agent réducteur dans la production de fer de réduction directe (FRD) et le charbon employé dans le procédé d'injection de charbon pulvérisé dans les hauts fourneaux sont actuellement déclarés dans le secteur de l'énergie (en tant que sources d'émissions de combustion dans la production sidérurgique). En outre, une fraction du charbon (agrégée avec les combustibles non énergétiques dans le BDEEC) utilisée pour la production sidérurgique est actuellement déclarée dans la catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant (section 4.13).

À mesure que devient disponible l'information à l'appui (information qui permettrait de désagréger les données sur les combustibles provenant du BDEEC), on prévoit allouer les émissions susmentionnées à la production sidérurgique, catégorie 2.C.1 du CUPR.

4.11. Production d'aluminium (catégorie 2.C.3 du CUPR)

4.11.1. Description de la catégorie

La catégorie de la production d'aluminium comptait pour 6 000 kt (0,8 %) des émissions du Canada en 2017, ce qui représente une baisse globale de 42 % des émissions depuis 1990.

Les émissions provenant de la combustion de combustibles fossiles utilisés dans la production des anodes précuites sont traitées dans le secteur de l'énergie, mais celles découlant spécifiquement de la combustion des matières volatiles émises au cours de la cuisson et celles découlant de la combustion de matériau de garniture de four à cuisson sont comptabilisées dans la catégorie de la production d'aluminium (GIEC, 2006).

Outre les émissions de CO₂, la fusion primaire de l'aluminium est une source importante de tétrafluorure de carbone (CF₄) et d'hexafluorure de carbone (C₂F₆), tous les deux traités dans le rapport. Le présent rapport traite également d'une petite quantité de SF₆ qui découle de son utilisation comme gaz de couverture ainsi que comme agent de dégazéification (purification) dans certaines alumineries qui produisent des alliages riches en magnésium et aluminium¹⁸. La consommation de SF₆ est hautement variable, selon le recours à l'une ou l'autre de ces opérations (utilisation de SF₆ comme gaz de couverture ou agent de purification), ou aux deux, dans une année donnée, ce qui entraîne d'importants changements dans la tendance du SF₆ dans cette catégorie.

Les alumineries se caractérisent par le type de technologie employée pour la fabrication d'anode. En général, les émissions des alumineries plus anciennes, qui utilisent la technologie Söderberg, sont plus élevées que celles des usines plus récentes qui utilisent surtout des anodes précurtées. Dans l'industrie canadienne de l'aluminium, on a constaté une tendance à la fermeture des anciennes fonderies utilisant la technologie Söderberg et à la modernisation et l'accroissement de l'efficacité de la production des usines. Sur les dix alumineries en exploitation, aucune n'utilise la technologie Söderberg (la dernière à utiliser cette technologie a fermé ses portes en 2015)¹⁹.

4.1.1.2. Questions de méthodologie

D'après les données de 2013, les alumineries en exploitation au Québec et en Colombie-Britannique ont déclaré leurs émissions de gaz à effet de serre selon les protocoles méthodologiques et les règles de déclaration de la Western Climate Initiative²⁰. Dans le cadre d'un protocole d'entente conclu en 2012 avec l'Association de l'aluminium du Canada (AAC), Environnement Canada reçoit les mêmes ensembles de données que ceux fournis par les sociétés membres de l'AAC dans les provinces.

Les estimations des émissions imputables aux procédés de production d'aluminium sont fournies directement par l'AAC. En plus des estimations des émissions propres à chaque fonderie, des installations par

l'entremise de l'AAC ont fourni des données sur les méthodes utilisées par les producteurs d'aluminium pour calculer les émissions de CO₂, de PFC et de SF₆ ainsi que des données sur la production propre à chaque installation pour l'ensemble de la série chronologique. Selon les documents méthodologiques fournis par l'AAC, les émissions de SF₆ sont également à la consommation observée dans l'industrie de l'aluminium.

Selon la disponibilité des données pour chaque année de la série chronologique, les méthodes d'estimation peuvent être de niveaux 1, 2 ou 3. Ainsi, le plus important producteur d'aluminium au Canada a déclaré que ses émissions de 2008 avaient été calculées au moyen de paramètres propres à l'installation; pour les années antérieures et lorsque des données propres à l'usine n'étaient pas disponibles, les entreprises ont utilisé par défaut les paramètres de l'entente-cadre du Québec ou les CE de l'International Aluminium Institute (IAI) (Alcan, 2010). Depuis 2015, l'ensemble des estimations d'émissions de CO₂, de PFC et de SF₆ découlant de procédés déclarés par les installations sont des estimations de niveau 3 à l'échelle de l'installation, basées sur des paramètres propres à l'installation²¹.

4.1.1.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la catégorie de la production d'aluminium (pour les estimations des émissions de CO₂, de PFC et de SF₆). On y a tenu compte des incertitudes associées à tous les paramètres utilisés pour calculer les émissions. L'*Aluminum Sector Greenhouse Gases Protocol* (IAI, 2006) a été la principale source de valeurs d'incertitude liées aux paramètres. Les valeurs d'incertitude associées aux estimations des émissions de CO₂, de PFC et de SF₆ sont de $\pm 7\%$, $\pm 9\%$ et $\pm 3\%$, respectivement. Pour les estimations de CO₂ et de PFC, il convient de noter que l'évaluation de l'incertitude n'est effectuée que pour une année de la série chronologique (2006 pour le CO₂ et 2007 pour les PFC). On pense que les incertitudes liées aux estimations des récentes années devraient être similaires, tandis que celles des estimations des rapports qui remontent à plus longue date devraient être plus élevées. Pour l'estimation des

18 Chaput P. 2007. Communication personnelle (courriel de P. Chaput à A. Au, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 12 octobre 2007). Association de l'aluminium du Canada.

19 <https://www.ec.gc.ca/epe-epa/default.asp?lang=Fr&n=5BE979CD-1>

20 <http://www.westernclimateinitiative.org/>

21 Banville J.-F. 2017. Communication personnelle (courriel daté du 7 avril 2017 de J.-F. Banville à A. Au, Environnement et Changement climatique Canada). Secteurs de l'aluminium et du bouletage du minerai de fer.

émissions de SF₆, on pense que le degré d'incertitude est le même que pour la catégorie du moulage du magnésium, puisque la méthode utilisée pour obtenir les estimations des émissions de SF₆ est la même pour la production d'aluminium et le moulage du magnésium.

4.11.4. Assurance de la qualité/ contrôle de la qualité et vérification par catégorie

Les émissions de CO₂ et de PFC imputables à la production d'aluminium sont des catégories clés qui ont fait l'objet de contrôles de la qualité (CQ) de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le manuel sur la qualité du Canada (*General Quality Control Checklist Guidance*) (Environnement Canada, 2015). Les contrôles étaient conformes aux exigences relatives à l'AQ/CQ énoncées au chapitre 6, du volume 1, des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*.

4.11.5. Recalculs par catégorie

Aucun nouveau calcul n'a été effectué pour cette catégorie.

4.11.6. Améliorations prévues par catégorie

Aucune amélioration n'est actuellement prévue pour cette catégorie.

4.12. Production de magnésium (catégorie 2.C.4 du CUPR)

4.12.1. Description de la catégorie

La production et le moulage de magnésium émettent du SF₆, qui est utilisé comme gaz de couverture pour prévenir l'oxydation des métaux en fusion. Le SF₆ n'est pas fabriqué au Canada, mais uniquement importé.

Au cours de la période 1990–2006, il y avait deux grands producteurs de magnésium au Canada : Norsk Hydro et Timminco Metals. Norsk Hydro a fermé ses portes pendant le premier trimestre de 2007. Un autre producteur, Métallurgie Magnola, a existé entre 2000 et 2003, mais a cessé ses activités en

avril 2003. Entre 1990 et 2004, Norsk Hydro a investi dans des projets de recherche et développement visant à trouver un produit de remplacement au SF₆, et à éliminer, à terme, l'utilisation du SF₆ comme gaz de couverture dans son usine²². Cette recherche et l'utilisation de divers gaz de remplacement ont permis de réduire considérablement les émissions de SF₆ entre le milieu et la fin des années 1990. L'augmentation importante de la production de magnésium en 1999–2000, relevée lors de l'examen par les experts (EEE), était due à la l'exploitation d'une nouvelle installation en 2000 et à l'utilisation accrue de SF₆ (de plus de 30 % entre 1999 et 2000) par les deux autres installations. De 2005 à 2007, les émissions de SF₆ de Norsk Hydro ont sensiblement diminué à la suite du ralentissement progressif de la production et de la fermeture de l'usine (en 2007). Timminco a également cessé ses activités en août 2008.

On comptait 11 installations de moulage de magnésium en exploitation de 1990 à 2004 (Cheminfo Services, 2005b). Seules quelques-unes ont utilisé du SF₆ chaque année durant cette période. Certaines fonderies se sont mises à utiliser du SF₆ vers le milieu ou la fin des années 1990, alors que d'autres l'ont remplacé par le SO₂. Deux usines ont cessé leurs activités de moulage ces dernières années. De 2005 à 2008, seules sept usines étaient en service et utilisaient encore du SF₆. Deux entreprises ont cessé leurs activités de moulage du magnésium à différentes périodes de 2009 (l'une en juin et l'autre en décembre). En 2010, une autre usine a déménagé aux États-Unis.

Selon les estimations, les installations de moulage de magnésium toujours en exploitation ont rejeté environ 254 kt d'éq. CO₂ (< 0,1 % des émissions du Canada en 2017).

Il convient de noter que, pour donner suite aux commentaires formulés par les experts de l'équipe d'examen en 2017, les émissions produites par le moulage du magnésium, auparavant incluses dans la catégorie 2.C.7 du CUPR, sont déclarées dans la catégorie 2.C.4 du CUPR conjointement avec les émissions de SF₆ provenant de la production primaire de magnésium, et ce, à partir du rapport d'inventaire de 2018.

²² Laperrière J. 2004. Communication personnelle (courriel de J. Laperrière à A. Au, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 27 octobre 2004). Norsk Hydro.

4.12.2. Questions de méthodologie

Les données relatives aux émissions de SF₆ imputables à la production de magnésium de 1999 à 2007 ont été directement déclarées par les entreprises (Norsk Hydro, Timminco Metals et Métallurgie Magnola Inc.) dans le cadre de l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP). Les estimations des émissions utilisées dans ce rapport proviennent de la base de données en ligne de l'INRP (Environnement Canada, 1990–2007). Les données des années antérieures (1990 à 1998) ont été fournies sur une base volontaire à Environnement Canada, dans le cadre de communications personnelles. Étant donné que Timminco n'a déclaré aucune donnée pour 2008, la valeur de ses émissions de SF₆ a été estimée en fonction des données de 2007 et du nombre de mois d'exploitation de ses installations en 2008 (soit sept mois). À partir de 2009, il n'était plus nécessaire de recueillir de données, puisque plus aucune installation ne produisait du magnésium au Canada.

En 2006, Norsk Hydro et Timminco ont été sondées sur leur méthode d'estimation des émissions de SF₆. Les deux sociétés ont déclaré avoir estimé les émissions en se fondant sur la méthode émissions de SF₆ = consommation de SF₆. Elles ont cependant utilisé des méthodes différentes pour estimer leur consommation de SF₆. Norsk Hydro a utilisé la méthode de différence de poids²³, suivant laquelle le poids des bouteilles de gaz utilisées à l'usine est mesuré aux dates d'achat et de retour aux fournisseurs après l'utilisation. Timminco a déclaré avoir utilisé la méthode de comptabilisation, selon laquelle on comptabilise les achats livrés et les changements dans l'inventaire du SF₆ utilisé²⁴. Cette méthode fait le bilan de la comptabilité des achats reçus et des changements à l'inventaire de SF₆ consommé. Les achats doivent correspondre aux volumes réels reçus pendant la période de l'année civile en question et, par conséquent, les inventaires de début et de fin d'année doivent être pris en considération.

La technique utilisée pour estimer les émissions imputables à la production de magnésium est considérée comme étant une méthode de niveau 2, car elle repose sur la déclaration des données relatives aux émissions par chaque usine.

Dans la méthode de calcul des émissions de SF₆ des installations de moulage, il est tenu pour acquis que la totalité des émissions de SF₆ utilisé comme gaz de couverture sont rejetées dans l'atmosphère. Pour estimer la consommation de SF₆ pour l'ensemble de la série chronologique, on a utilisé les résultats d'une étude préalable (Cheminfo Services, 2002) parallèlement aux données provenant de l'étude de Cheminfo Services (2005 b) et quelques autres hypothèses. Dans le cas des installations qui disposaient de données sur le SF₆ pour une seule année, on a présumé que la consommation des fonderies qui ne disposaient de données sur le SF₆ que pour une seule année était demeurée constante pendant les autres années d'exploitation. Pour les fonderies qui disposaient de données sur plus d'un an, on a procédé à une interpolation linéaire entre deux points de données pour estimer la consommation de SF₆ durant les autres années.

Pour 2005–2007, des données sur la consommation ont été fournies sur une base volontaire par les sept usines de moulage en service. Elles ont servi à calculer les émissions. Pour 2008, des données ont également été fournies sur une base volontaire par six des sept usines de moulage en service. En ce qui concerne la septième installation, on a présumé que sa consommation de SF₆ en 2008 n'avait pas changé par rapport à 2007. Cependant, des données ont pu être recueillies pour 2009 auprès des sept entreprises. Deux d'entre elles, qui ont cessé leurs activités de moulage du magnésium en 2009, n'étaient pas en mesure de déclarer leur utilisation de SF₆ en 2009, mais ont fourni des hypothèses raisonnables qui pouvaient servir à estimer l'utilisation de SF₆ pour 2009. Les cinq autres installations ont fourni des données sur la consommation de SF₆ pour 2009. Les données propres à certaines installations n'ayant pu être obtenues, les données sur leurs émissions et leur production de SF₆ pour les années 2010 à 2017 ont été extrapolées à partir de données sur la production brute à l'échelle provinciale.

La technique utilisée pour estimer les émissions imputables au moulage de magnésium pour 1990–2004 et 2008–2009 est considérée être une méthode de niveau 2 (GIEC 2006).

²³ Laperrière J. 2004. Communication personnelle (courriel de J. Laperrière à A. Au, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 4 octobre 2006). Norsk Hydro.

²⁴ Katan R. 2006. Communication personnelle (courriels de R. Katan à A. Au, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 16 au 22 mars 2006). Timminco.

4.12.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la catégorie de moulage du magnésium. On y a pris en compte l'incertitude associée aux données sur le SF₆ déclarées par chaque installation. Dans l'ensemble, le degré d'incertitude pour cette catégorie a été estimé à ± 4 %. Il convient de noter que l'évaluation de l'incertitude ne portait que sur une année de la série chronologique (2007). On présume que l'estimation des émissions des années plus récentes (après 2005) présenterait un degré d'incertitude similaire, tandis que l'estimation des émissions qui remontent à des années plus lointaines afficherait un degré d'incertitude légèrement plus élevé.

La dernière usine de production de magnésium ayant fermé ses portes en août 2008, il s'est révélé difficile d'obtenir les données nécessaires à l'évaluation de l'incertitude de niveau 1 pour la catégorie de production de magnésium. Par conséquent, comme la même méthode d'estimation des émissions (émissions = consommation de SF₆) a été utilisée pour les catégories de moulage du magnésium et de production de magnésium, on a présumé que les deux catégories présenteraient un degré d'incertitude (± 4 %) semblable.

La provenance des données reste cohérente tout au long de la série chronologique. La méthodologie, qui établit une équivalence entre la consommation de SF₆ comme gaz de couverture par les fonderies de magnésium et les émissions de SF₆, est appliquée à toute la série chronologique moyennant certaines hypothèses pour certaines années, comme on l'a vu dans la section sur la méthodologie.

4.12.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

La catégorie de la production de magnésium a fait l'objet de contrôles de la qualité (CQ) de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le manuel sur la qualité du Canada (*General Quality Control Checklist Guidance*) (Environnement Canada, 2015). Les contrôles étaient conformes aux exigences relatives à l'AQ/CQ énoncées au chapitre 6, du volume 1, des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. Le processus actuel de

contrôle de la qualité au Canada comprend une étape (l'étape 4.4) qui est consacrée à la détection des fluctuations importantes (p. ex., de la production ou des coefficients d'émission implicites).

La catégorie du moulage du magnésium a fait l'objet de contrôles de la qualité informels.

4.12.5. Recalculs par catégorie

Les estimations des émissions pour 2010 à 2016 ont fait l'objet d'un nouveau calcul pour cette catégorie. Les changements se situaient entre -5 kt et 56 kt.

4.12.6. Améliorations prévues par catégorie

On s'efforcera d'obtenir des données à jour sur la consommation de SF₆ dans le moulage du magnésium.

4.13. Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant et utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un système de RCS (catégorie 2.D.3 du CUPR)

4.13.1. Description de la catégorie

Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant (catégorie 2.D.3 du CUPR)

La catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant comprend les émissions découlant de l'utilisation des combustibles fossiles à des fins non énergétiques qui ne sont pas prises en compte dans aucune autre catégorie du secteur des procédés industriels et utilisations des produits (PIUP). Comme exemple de combustibles utilisés à des fins non énergétiques, on peut citer l'utilisation de liquides du gaz naturel (LGN) et de produits de raffinerie comme matières premières dans l'industrie des produits chimiques ainsi que l'utilisation de lubrifiants comme l'huile pour moteurs et la graisse dans les transports et des applications industrielles. Le terme « utilisation » se définit comme une consommation de

combustible « proche de la production », par exemple la combustion d'huile pour moteurs dans la chambre de combustion du moteur (cela exclut l'incinération des huiles usées, qui est incluse dans le secteur des déchets). Tous ces procédés entraînent un niveau variable d'oxydation du combustible, ce qui génère des émissions de CO₂. Cette catégorie comprend également les émissions attribuables à l'utilisation d'hydrocarbures (p. ex. le charbon) comme agents réducteurs dans la fusion des métaux communs, ainsi que de solvants à base de pétrole, de produits nettoyants et de diluants à peinture.

L'utilisation des combustibles fossiles comme matières premières ou à des fins non énergétiques est déclarée de manière regroupée par Statistique Canada à la rubrique « utilisations non énergétiques » pour chaque combustible en particulier. Lorsque les émissions de CO₂ qui résultent de l'utilisation de combustibles à des fins non énergétiques sont attribuées à une autre catégorie du secteur des PIUP (comme c'est le cas de la production d'ammoniac, de la production pétrochimique, de la production sidérurgique et de la production d'aluminium), ces émissions sont alors soustraites du total des émissions de cette catégorie pour éviter une double comptabilisation.

La catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant comptait pour 10 492 kt (1,5 %) des émissions totales du Canada en 2017, une hausse de 81 % depuis 1990.

On a examiné la possibilité de dissocier les graisses et huiles lubrifiantes de la catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant, et de déclarer les émissions de CO₂ connexes dans la catégorie 2.D.1 du CUPR au lieu de la catégorie 2.D.3. Cependant, les résultats montrent que la déclaration des émissions de CO₂ associées à l'utilisation de graisses et huiles lubrifiantes dans une catégorie distincte du CUPR peut nuire à la protection des données confidentielles sur les activités. Par conséquent, ces émissions continueront d'être incluses dans la catégorie 2.D.3.

Émissions de CO₂ imputables à l'utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un système de réduction catalytique sélective (RCS) (catégorie 2. D.3 du CUPR)

Les convertisseurs catalytiques utilisant l'urée pour contribuer à la réduction des émissions de NO_x sont appelés catalyseurs de réduction catalytique sélective

(RCS). L'utilisation d'additifs à base d'urée dans les convertisseurs catalytiques peut produire des émissions de CO₂, et on ne considère pas que ces émissions proviennent de la combustion de combustibles.

4.13.2. Questions de méthodologie

Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant (catégorie 2.D.3 du CUPR)

Les coefficients d'émission découlant de l'utilisation de combustibles à des fins non énergétiques ont été calculés d'après les taux d'émission potentiels totaux de CO₂ et le pourcentage de carbone stocké dans les produits. Les coefficients d'émission potentiels totaux de CO₂ ont été calculés à partir des coefficients d'émissions de carbone dans les études de Jaques (1992), McCann (2000) et CIEEDAC (2006), qui sont des coefficients d'émission fondés sur les unités naturelles de combustible; le GIEC fournit des coefficients d'émission fondés sur des unités d'énergie. La fraction ou le pourcentage de carbone stocké dans les produits correspondent aux valeurs par défaut du GIEC (GIEC/OCDE/AIE, 1997; GIEC, 2006). On obtient ainsi ce qu'on appelle le facteur d'« oxydation pendant l'utilisation » (OPU) (1 moins le pourcentage de carbone stocké).

Les types de combustibles utilisés à des fins non énergétiques qui sont pris en compte dans le modèle d'estimation de la catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants sont présentés dans le Tableau 4–5.

Les données sur les quantités de combustibles utilisés à des fins non énergétiques sont présentées dans le BDEEC (Statistique Canada, 1990–2017). À noter que

Tableau 4–5 Types de combustibles utilisés à des fins non énergétiques dans l'inventaire canadien des GES

Combustibles GAZEUX	Combustibles SOLIDES	Combustibles LIQUIDES
Gaz naturel	Bitumineux canadien	Propane
	Subbitumineux	Butane
	Bitumineux étranger	Éthane
	Lignite	Matières premières pétrochimiques
	Anthracite	Naphthas
	Coke métallurgique	Graisses et huiles lubrifiantes
	Coke de pétrole	Pétrole utilisé pour d'autres produits*

Note :

* c'est-à-dire des cires, de la paraffine et des produits non finis (articles ne pouvant être identifiés comme des produits finis).

les données du BDEEC pour une année donnée sont préliminaires et sujettes à révision dans les publications ultérieures. Pour estimer les émissions de CO₂ de cette catégorie, ces données ont été multipliées par les taux d'émission présentés à l'annexe 6. Par exemple, pour estimer les émissions provenant de l'utilisation non énergétique ou de l'oxydation des produits pétroliers, comme les graisses et huiles lubrifiantes, les données du BDEEC ont été multipliées par le coefficient d'émission potentiel de CO₂ et par le facteur OPU (qui est de 1 moins le pourcentage de carbone stocké).

Cette technique est conforme à la méthode décrite dans les Lignes directrices 2006 du GIEC et est considérée comme une méthode de niveau 1, car elle repose sur l'utilisation des données sur la consommation nationale et sur les coefficients d'émission nationaux moyens.

Émissions de CO₂ imputables à l'utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un système de réduction catalytique sélective (RCS) (catégorie 2.D.3 du CUPR)

Les Lignes directrices 2006 du GIEC recommandent d'employer l'équation 3.2.2 (volume 2) pour estimer les émissions imputables à l'utilisation d'additifs à base d'urée dans les convertisseurs catalytiques.

Pour calculer les émissions de cette source, il faut prendre en considération les données sur les activités de transport routier. Plus précisément, le nombre de véhicules en circulation, les rapports de consommation de carburant et les kilomètres parcourus sont utilisés pour déterminer la quantité de diesel consommée par ces véhicules et, par conséquent, le volume d'additifs du fluide d'échappement diesel (FED) à base d'urée consommé par le catalyseur de RCS de ces véhicules. Pour en savoir plus sur les sources de ces renseignements, voir l'annexe 3.1.

Afin de déterminer quelle portion du parc est équipée de cette technologie (taux de pénétration de la technologie), on a recours aux données réglementaires et de certification des véhicules pour cibler les véhicules équipés de systèmes de RCS. Les données du Recensement des véhicules en exploitation au Canada et de la base de données de R.L. Polk & Co. pour les véhicules légers et les véhicules lourds, respectivement, ont été consultées pour calculer les taux annuels de pénétration de la technologie.

On a utilisé un taux de dosage représentant 2 % de la consommation de diesel, car il s'agit de la valeur médiane de la fourchette proposée dans les Lignes directrices 2006 du GIEC. De plus, le taux de pureté par défaut du FED de 32,5 % a été corroboré dans les installations nationales d'essais sur les émissions des véhicules d'Environnement Canada, où on a mesuré les concentrations à l'aide d'un réfractomètre dans le cadre d'un programme d'essai²⁵.

4.13.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

On a effectué une évaluation de niveau 1 de l'incertitude pour la catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant, en prenant en compte les incertitudes associées aux données sur les activités et aux coefficients d'émissions (ICF Consulting, 2004). Dans son ensemble, l'incertitude pour cette catégorie a été estimée à ± 20 %. Il convient de noter que l'évaluation de l'incertitude ne portait que sur une année de la série chronologique (2007).

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la catégorie des émissions de CO₂ imputables à l'utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un système de réduction catalytique sélective (RCS). L'incertitude générale était de ± 50 %.

4.13.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

Les produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant sont une catégorie clé qui a fait l'objet de contrôles de la qualité (CQ) de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le manuel sur la qualité du Canada (*General Quality Control Checklist Guidance*) (Environnement Canada, 2015). Les contrôles étaient conformes aux exigences relatives à l'AQ/CQ énoncées au chapitre 6, du volume 1, des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*.

La catégorie des émissions de CO₂ imputables à l'utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un

²⁵ Rideout G. 2014. Communication personnelle (courriel de S. McKibbin, daté du 4 novembre 2014). Division des inventaires et rapports sur les polluants, Environnement et Changement climatique Canada.

système de réduction catalytique sélective (RCS) a fait l'objet de contrôles de la qualité informels par l'intermédiaire du processus d'estimation des émissions.

4.13.5. Recalculs par catégorie

Pour la catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant, les émissions de CO₂ pour la période de 2005 à 2016 ont été recalculées à la hausse en raison de révisions apportées aux données sur les activités, ainsi qu'à une correction apportée à une erreur de calcul pour 2016. L'impact de ces révisions va de 233 kt à 1 098 kt.

Des recalculs mineurs (à la suite de la révision des données sur les activités) ont été effectués afin d'estimer les émissions de CO₂ imputables à l'utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un système de RCS, ce qui a donné lieu à des recalculs mineurs à la hausse et à la baisse allant de -0,03 kt à +0,4 kt, entre 2008 et 2016.

4.13.6. Améliorations prévues par catégorie

Les coefficients d'émission pour divers produits pétroliers non énergétiques et le gaz naturel ont été élaborés à partir d'études menées en 1992 et 2005, respectivement. Il est prévu d'évaluer si ces coefficients d'émission sont toujours valables et de les mettre à jour, au besoin. En outre, à mesure que devient disponible l'information à l'appui (information qui permettrait de dissocier les données sur les combustibles et de les allouer à la catégorie de source pertinente) pour d'autres catégories (plus précises; par exemple la production sidérurgique), on révisera les émissions de la catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant pour éviter une double comptabilisation des émissions et améliorer la transparence de l'inventaire.

Aucune amélioration n'est prévue relativement à l'estimation des émissions de CO₂ imputables à l'utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un système de RCS.

4.14. Industrie électronique (catégories 2.E.1 et 2.E.5 du CUPR)

4.14.1. Description de la catégorie

Les procédés industriels dans l'industrie électronique au Canada utilisent des PFC, du SF₆ et du NF₃ dans la fabrication de semi-conducteurs, les essais en environnement électrique, les essais de fuites grossières et les essais de chocs thermiques. Cette catégorie ne comprend pas les émissions de SF₆ utilisé dans le matériel électrique ni les PFC utilisés dans l'isolation électrique et comme agent réfrigérant diélectrique, car elles sont répertoriées dans la catégorie de la fabrication et de l'utilisation d'autres produits (catégorie 2.G du CUPR).

On estime que l'industrie électronique au Canada a rejeté environ 4 kt d'éq. CO₂ en 2017.

4.14.2. Questions de méthodologie

Émissions de PFC attribuables à la fabrication de semi-conducteurs (catégorie 2.E.1 du CUPR)

Les données sur les activités impliquant l'utilisation de PFC dans l'industrie des semi-conducteurs ont été recueillies de la même manière que pour les PFC utilisés dans la catégorie des utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (catégorie 2.F du CUPR; veuillez vous reporter à la section 4.16).

Les PFC font l'objet de deux grandes utilisations dans l'industrie de fabrication des semi-conducteurs au Canada : la gravure au plasma des plaquettes de silicium et le nettoyage au plasma des chambres de métallisation sous vide.

C'est la méthode de niveau 2 du GIEC, illustrée par l'Équation 4-9, qui a servi à estimer les émissions de PFC imputables à l'industrie de fabrication des semi-conducteurs :

Équation 4-9 :

$$E_{SC} = E_{FC} + E_{CF4}$$

E_{SC}	=	émissions totales de PFC imputables à la fabrication des semi-conducteurs
E_{FC}	=	émissions résultant de l'utilisation des PFC (voir GIEC 2006, volume 3, équation 6.2)
E_{CF4}	=	CF ₄ émis comme un sous-produit durant l'utilisation des PFC (voir GIEC 2006, volume 3, équation 6.3)

Les coefficients d'émission par défaut de la méthode de niveau 2 ont été tirés du tableau 6.3 des Lignes directrices 2006 du GIEC.

Étant donné qu'il n'existe aucune donnée sur les dispositifs antipollution de ces procédés au Canada, on est parti du principe qu'aucun dispositif antipollution n'avait été utilisé. On a présumé que la valeur du résidu (h) équivalait à 0,1, comme le suggère le GIEC (2006).

Émissions de NF₃ attribuables à la fabrication des semi-conducteurs (catégorie 2.E.1 du CUPR)

En 2013, Environnement Canada a commandé une étude afin de déterminer l'ampleur de la consommation de NF₃ au Canada, y compris un sondage de tous les fournisseurs de gaz potentiel de NF₃ ainsi que sept utilisateurs potentiels identifiés (Cheminfo Services, 2014). Dans ce sondage, seul un utilisateur indiquait avoir consommé du NF₃ en 2013, tandis qu'un distributeur de gaz désignait un acheteur supplémentaire en 2010. Les résultats de l'étude sont considérés comme étant complets, car les deux usines de fabrication canadiennes figurant dans la base de données SEMI World Fab Watch ont répondu au sondage (Cheminfo Services, 2014). En outre, une étude antérieure réalisée par Environnement Canada à l'aide de la liste intérieure des substances (Environnement Canada, 1986) indique que la consommation de NF₃ pour 1986 se situe entre 33 et 199 kg. L'ensemble de la consommation du NF₃ au Canada aurait lieu dans l'industrie de fabrication des semi-conducteurs.

Le procédé reposait sur l'utilisateur actuel, et est par conséquent considéré comme une estimation par la méthode de niveau 2 b du GIEC 2006 à l'aide de l'équation 6.7 (GIEC 2006) dans le cas d'un procédé de gravure. Comme on ne connaît pas le procédé employé par l'acheteur de 2010, on a appliqué la méthode de niveau 2a du GIEC 2006. On a sélectionné la valeur médiane de l'ensemble des données sur les activités pour 1986 tirées de la liste intérieure des substances, et on l'a soumise à un calcul comme une estimation selon la méthode de niveau 2a.

Dans tous les cas, on a présumé que la consommation de NF₃ s'opposait à la consommation à distance de NF₃; on a également tenu compte des coefficients d'émission par défaut du GIEC (2006) et de la valeur du résidu par défaut de 10 %, et on est parti du principe qu'aucun dispositif antipollution n'avait été employé. On s'est également servi des coefficients d'émission

par défaut de sous-produits de CF₄ pour estimer les émissions de CF₄ attribuables à la consommation de NF₃ au moyen des méthodes de niveau 2a.

On a présumé que l'utilisateur identifié pour 2013 avait fait un nouvel achat chaque année subséquente de 2014 à 2017. Par ailleurs, on a présumé que l'acheteur de 2010 (non identifié) avait consommé son stock de manière égale de 2010 à 2013, car il n'y avait pas eu de nouvel achat jusqu'à 2014, selon l'enquête de 2014 de Cheminfo. Le point de données de 1986 a été par conséquent interpolé de façon linéaire avec la valeur de 2010, en présumant que les émissions ont été constantes depuis 2014.

Émissions de SF₆ attribuables à la fabrication de semi-conducteurs (catégorie 2.E.1 du CUPR)

La méthode appliquée pour évaluer les émissions de SF₆ produites par la fabrication de semi-conducteurs était identique à celle utilisée pour calculer les émissions de PCF et de NF₃. Toutefois, l'utilisation de SF₆ dans le procédé n'émet aucun sous-produit de CF₄. L'estimation selon la méthode de niveau 2A a été calculée à l'aide de l'équation 6.2, volume 3 du GIEC 2006.

La valeur du résidu (h) fournie et confirmée par les deux grands distributeurs de gaz SF₆, Air Liquide et Praxair, était de 12 %²⁶. On a utilisé le coefficient d'émission par défaut du GIEC 2006 (1-U) de 0,2 et on est parti du principe qu'aucun dispositif antipollution n'avait été mis en place dans ces entreprises.

Comme les principaux fournisseurs canadiens de gaz n'ont fourni de données sur les ventes que pour la période 1995–2003, on a présumé que la quantité vendue chaque année entre 1990 et 1994 était la même qu'en 1995. L'estimation des ventes de SF₆ aux fabricants de semi-conducteurs de 2004 à 2009 a été calculée en multipliant le total des données sur l'importation de SF₆ (fournies par Statistique Canada) par les données de répartition des ventes (en %) obtenues de la part des distributeurs de SF₆ (Cheminfo Services, 2005a). Aucune donnée sur les ventes n'a été recueillie pour les années 2010–2017. La proportion moyenne de SF₆ vendue aux fabricants de semi-conducteurs de 2004 à 2009 a donc servi à déterminer la part des importations totales qui ont été vendues aux fabricants de semi-conducteurs pour

26 Rahal H., et A. Tardif. 2006. Communications personnelles (courriels de H. Rahal et A. Tardif à A. Au, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 22 novembre 2006 et du 13 novembre 2006, respectivement). Praxair et Air Liquide.

les années 2010 et 2011. Pour les années 2012 à 2017, les données économiques de production brute du SCIAN 334 (Fabrication de produits informatiques et électroniques) ont servi à faire une extrapolation de la quantité estimée de SF₆ vendue aux fabricants de semi-conducteurs.

En raison des deux sources de données différentes sur le SF₆ (fournisseurs canadiens de gaz pour 1995–2003 et Statistique Canada pour 2004–2009), il y avait un écart important au cours de ces périodes. Pour obtenir une tendance uniforme sur toute la série chronologique, une technique de superposition (GIEC 2006, volume 1, chapitre 5) a été appliquée à la période 1990–2003 (les deux sources comportaient des données sur le SF₆ pour les années 1998 à 2000).

Il est à noter que des efforts ont été faits pour obtenir des données sur la consommation de SF₆ directement auprès des manufacturiers, mais le taux de réponse a été faible et le peu de données recueillies ne permettrait pas d'améliorer la méthode d'estimation actuelle.

Émissions de PFC attribuables à d'autres applications émettrices (catégorie 2.E.5 du CUPR)

Des émissions minimales de PFC ont été relevées dans l'industrie électronique, notamment pour des applications émettrices. Les essais en environnement électrique, les essais de fuites grossières et les essais de chocs thermiques font partie des sources émettrices de ce produit. Les utilisations non identifiées et diverses de PFC déclarées dans le sondage sur les PFC ont également été prises en compte dans les sources émettrices. Selon la méthode de niveau 2 du GIEC, 50 % des PFC utilisés dans ces applications sont rejetés au cours de la première année et le reste l'année suivante.

4.14.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

On a également effectué une évaluation de niveau 1 de l'incertitude pour la consommation de PFC dans son ensemble. Les incertitudes inhérentes aux données sur les activités (GIEC, 2006) et les coefficients d'émission (ministère de l'Environnement du Japon, 2009) ont été pris en compte dans l'évaluation de la consommation de PFC. Dans son ensemble, pour

l'entière série chronologique, le degré d'incertitude associé à cette catégorie a varié de $\pm 10\%$ à $\pm 24\%$.

Les Lignes directrices 2006 du GIEC indiquent que l'erreur relative pour la gravure de niveau 2 b avec le NF₃ est un facteur de trois (300 %) conformément au tableau 6.9, volume 3 du GIEC 2006.

On a également effectué une évaluation de niveau 1 de l'incertitude pour la catégorie des émissions de SF₆ attribuables à la fabrication de semi-conducteurs ($\pm 45\%$).

4.14.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

Les catégories de l'Industrie électronique ont fait l'objet de contrôles de la qualité informels.

4.14.5. Recalculs par catégorie

Une mise à jour a été apportée à l'hypothèse posée pour les données sur les activités dans les émissions de NF₃ provenant de la fabrication de semi-conducteurs dans la catégorie 2.E.1 du CUPR. Ceci a donné lieu à un recalcul à la baisse des émissions, de -0,037 kt pour 2014 à 2016.

4.14.6. Améliorations prévues par catégorie

Le dernier ensemble de données sur le SF₆ a été recueilli en 2009 et le dernier ensemble de données sur le NF₃ a été recueilli en 2014. Il est prévu d'actualiser les données sur l'utilisation du SF₆ et du NF₃ et de les intégrer aux futurs rapports d'inventaire.

4.15. Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (catégorie 2.F du CUPR, HFC)

4.15.1. Description de la catégorie

Afin de fournir une représentation claire de la catégorie canadienne des utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone, elle a été scindée en deux parties distinctes dans le

présent rapport : les hydrofluorocarbures (HFC) et les hydrocarbures perfluorés (PFC) (sections 4.15 et 4.16 respectivement).

Avant que le Protocole de Montréal interdisant la production et l'utilisation des CFC n'entre en vigueur en 1996, on produisait et utilisait très peu de HFC dans le monde. Les émissions canadiennes imputables à la consommation de HFC ont donc été jugées négligeables pour la période 1990–1994 (GIEC/OCDE/AIE, 1997). Au Canada, le HFC-23 a été fabriqué jusqu'en 1992 comme un sous-produit dans la production de HCFC-22, laquelle s'est arrêtée en 1992. Les HFC n'ont plus jamais été produits au Canada depuis. Ainsi, la consommation de HFC au Canada a commencé en 1995. Les HFC sont utilisées au Canada dans tout un éventail d'applications, y compris la réfrigération, la climatisation, l'extinction des incendies, les aérosols, le dégraissage aux solvants et l'injection de mousse. Tous les HFC consommés au Canada sont importés en vrac ou sous forme d'articles ou de produits manufacturés (comme les réfrigérateurs).

Les rejets de HFC ont compté pour 12 570 kt d'éq. CO₂ (soit 1,8 %) des émissions totales du Canada en 2017, une hausse de 2 740 % depuis 1995.

4.15.2. Questions de méthodologie

Dans le cadre du présent rapport, le Canada a adopté la méthode de niveau 2a du GIEC pour estimer les émissions de HFC par type de sous-application.

Données sur les activités

Les données sur la consommation de HFC au Canada proviennent des importations en vrac et des importations et exportations d'articles manufacturés. Le Canada exporte à l'occasion de petites quantités de HFC en vrac. Jusqu'en 2005, des données sur les activités ont été recueillies au moyen de sondages obligatoires périodiques portant sur les années 1995 à 2004; d'autres collectes obligatoires de données sur les activités des années 2008 à 2015 ont eu lieu en 2014 et en 2016. Des données sur les activités ont été recueillies en 2018 pour l'année de déclaration 2017 en vertu du *Règlement sur les substances appauvrissant la couche d'ozone et les halocarbures de remplacement*. Il convient de noter que le sondage de 1996 ne comportait aucun renseignement sur les importations et les exportations d'articles manufacturés pour l'année 1995 et que

les données sur les activités ont par conséquent été estimées d'après les données de sondage pour la période de 1996 à 1999.

De 2006 à 2011, des sondages à participation volontaire ont été effectués pour obtenir des données sur les ventes en vrac et sur les importations et exportations d'articles manufacturés par segments de marché, pour des données sur les activités des années 2005 à 2010. Environnement Canada et d'autres organismes (des renseignements supplémentaires figurent à l'annexe 3.3) ont mené des sondages et ont obtenu des taux de réponse et des niveaux de regroupement de sous-catégories variables.

Les sondages obligatoires de 2014, 2016 et 2018 sur les importations, les exportations et les ventes de HFC en vrac par type de HFC et par segment de marché constituent les données de base de la part en vrac de l'inventaire des HFC de 2008 à 2015 et pour 2017. En cas de chevauchement entre les sondages volontaires et les sondages obligatoires, le sondage obligatoire prévaut. Ceux de 2014 et de 2016 ont permis de recueillir des données supplémentaires sur les exportations et les importations d'articles manufacturés qui ont maintenant été incorporées à l'inventaire. La déclaration des données sur les HFC lors du sondage obligatoire était fondée sur les catégories d'utilisation, de façon à pouvoir ventiler les quantités servant à la fabrication et à l'entretien.

Le Tableau 4–6 présente la liste complète des HFC et les années au cours desquelles le Canada a reçu des données sur les activités. Aucune donnée n'a été obtenue par le Canada pour 2016.

Deux établissements au Canada peuvent détruire les HFC et d'autres substances, mais aucune donnée n'existe sur la quantité de HFC détruite.

Coefficients d'émission

Le Canada a recours à des coefficients d'émission nationaux qui illustrent l'incidence des règlements provinciaux et fédéraux en matière d'HFC ainsi que les améliorations mises en place par l'industrie dans la conception et la fabrication des contenants d'HFC.

Les sondages ont été réalisés en 2012 dans l'optique de se renseigner sur les pratiques courantes en matière de consommation et d'élimination des HFC et d'appuyer l'élaboration de coefficients d'émissions nationaux représentatifs du contexte canadien (EHS, 2013; Environnement Canada, 2015). Les coefficients

Tableau 4-6 HFC utilisés au Canada et les années pour lesquelles des données sont disponibles

Type de HFC	Période	Type de HFC	Période
HFC-125	1995-2015 et 2017	HFC-236fa	1996-1998, 2000-2004, 2008-2014
HFC-134	2008, 2009, 2015 et 2017	HFC-245fa	2001-2015 et 2017
HFC-134a	1995-2015 et 2017	HFC-32	1995-2015 et 2017
HFC-143a	1995-2015 et 2017	HFC-365mfc	2008-2015 et 2017
HFC-152a	1995-2015 et 2017	HFC-41	1999 et 2000
HFC-227ea	1995-2015 et 2017	HFC-4310mee	1998-2015
HFC-23	1995-2004, 2008-2015 et 2017		

d'émission propres au pays ont été appliqués pour toute la période. Les coefficients d'émission figurent à l'annexe 6 accompagnés de références.

Pour les aérosols, l'injection de mousse, les solvants utilisés pour l'extinction des incendies et diverses sous-catégories, on a utilisé le coefficient d'émission par défaut figurant dans les Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006).

Méthodologie d'estimation

Comme les chiffres applicables aux différents types d'équipements ne sont pas disponibles pour le Canada, on a utilisé la méthode de niveau 2a du GIEC (GIEC, 2006) avec les quantités annuelles de HFC consommées par catégorie et sous-catégorie, comme il en est question à la section 7.1.2.1 des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006). Pour le calcul de la consommation nette d'un produit chimique dans une sous-catégorie particulière, on utilise une version modifiée de l'équation 7.1 du GIEC (GIEC, 2006, volume 3) afin de s'adapter aux données canadiennes, comme le montre l'Équation 4-10.

Équation 4-10 :

$$C_{nette,i} = IM_{vrac,i} + IM_{manufacturé,i} - EX_{manufacturé,i}$$

$C_{nette,i}$	=	consommation nette de HFC i , en kg
$IM_{vrac,i}$	=	importations en vrac de HFC i , en kg
$IM_{manufacturé,i}$	=	importations d'articles manufacturés contenant des HFC i , en kg
$EX_{manufacturé,i}$	=	exportations d'articles manufacturés contenant des HFC i , en kg

La méthode/le modèle suit l'évolution du cycle de vie de chaque HFC par sous-catégorie et par année, puis estime la quantité d'émissions annuelles à chaque stade du cycle de vie (assemblage du produit, fonctionnement du produit et mise hors service en fin

de vie utile). Le modèle calcule également la quantité annuelle de chaque HFC encore présente dans les produits (en stock) après les pertes d'assemblage, d'exploitation et de fin de vie. Ainsi, le modèle constitue une version mathématiquement enrichie de la méthode exposée à la section 7.1.2.2 des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006, volume 3) et aux sections subséquentes.

Les émissions sont calculées à chacun des stades pour chaque sous-catégorie en multipliant la quantité de HFC émise à ce stade par le coefficient d'émission correspondant. On part du principe qu'une fois qu'un article est manufacturé, la technologie et le taux d'émission inhérent à son utilisation resteront constants tout au long de sa durée de vie. L'estimation des émissions associées au fonctionnement du produit prend en compte la quantité de HFC qui a déjà été produite pendant l'assemblage. De la même façon, l'estimation des émissions en fin de vie d'un produit repose sur la quantité de HFC disponible après que les émissions durant l'assemblage et le fonctionnement ont été produites et sur le coefficient d'émission correspondant pour la sous-catégorie. Le coefficient d'émission utilisé en fin de vie tient également compte des règlements en vigueur au moment de la mise hors service.

Dans le cas des solvants, on adopte une méthode similaire pour estimer les émissions et suivre l'évolution des stocks de solvants. Cependant, seuls les coefficients d'émission pour les émissions produites durant le fonctionnement sont utilisés (GIEC, 2006, volume 3, équation 7.5), vu l'absence de données disponibles sur la destruction des solvants usés contenant des HFC.

Les émissions annuelles totales sont calculées en appliquant l'équation 7.4 du GIEC (GIEC, 2006, volume 3). Se reporter à l'annexe 3.3 pour plus de détails sur la méthodologie.

4.15.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la consommation de HFC. Dans le cadre de l'évaluation, on a tenu compte des incertitudes associées à toutes les sous-catégories, comme la réfrigération résidentielle et commerciale, les climatiseurs stationnaires et mobiles, etc. Afin de déterminer l'incertitude pour une sous-catégorie, on a utilisé les incertitudes liées aux données sur les activités (Cheminfo Services, 2005c) et des coefficients d'émissions (GIEC, 2006—volume 3). Il convient de souligner que l'incertitude qui entache une catégorie peut fluctuer au cours de la série chronologique, puisqu'elle dépend de l'ampleur de l'estimation des émissions de chaque sous-catégorie, qui varie d'une année à l'autre. L'incertitude associée à la catégorie dans son ensemble pour la série chronologique s'établissait entre ± 34 % et ± 50 %.

L'inclusion de l'information issue d'un nouveau sondage obligatoire devrait maintenir de façon similaire cette incertitude. L'incertitude associée à cette catégorie n'a pas été mise à jour.

4.15.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

La consommation d'halocarbures entraînant des émissions de HFC est une catégorie clé qui a fait l'objet de contrôles de la qualité (CQ) de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le manuel sur la qualité du Canada (*General Quality Control Checklist Guidance*) (Environnement Canada, 2015). Les contrôles étaient conformes aux exigences relatives à l'AQ/CQ énoncées au chapitre 6, du volume 1, des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*.

4.15.5. Recalculs par catégorie

Les émissions de toutes les sous-catégories ont été recalculées à la suite d'une mise à jour des variables substitutives du modèle de croissance pour l'ensemble de la série chronologique. Les changements les plus notables touchent l'année 2011 et les années subséquentes, l'ampleur des révisions étant bien en deçà de $\pm 0,5$ % (de -33 kt à 0,2 kt).

4.15.6. Améliorations prévues par catégorie

On examinera les recherches portant sur les coefficients d'émission provenant de la réfrigération commerciale et industrielle, la part de marché et les autres caractéristiques au Canada en vue de les appliquer aux futurs inventaires. Il existe une lacune dans les données disponibles jusqu'à 2010 au sujet des quantités présentes dans les produits. Pour combler cette lacune, on examinera les statistiques et les données d'importation et d'exportation afin d'établir la méthode à suivre pour déterminer les quantités de HFC. De plus, une autre amélioration prévue consistera à obtenir plus de renseignements sur les activités d'élimination des HFC au Canada afin d'affiner le calcul des coefficients d'émission pour les produits contenant des HFC en fin de vie.

4.16. Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (catégorie 2.F du CUPR, PFC)

4.16.1. Description de la catégorie

La consommation d'hydrocarbures perfluorés (PFC) au Canada a commencé en 1995. Ils sont utilisés pour remplacer les substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO) dans les sous-catégories suivantes : réfrigération et climatisation, agents d'expansion, aérosols et solvants.

Les rejets de PFC étaient d'environ 1,2 kt d'éq. CO₂ en 2017, soit une baisse de 87 % depuis 1995.

4.16.2. Questions de méthodologie

La méthode de niveau 2 du GIEC a servi à estimer les émissions imputables à la consommation de PFC durant les années 1995–2017. La description détaillée de cette méthode est donnée dans les sous-sections qui suivent. Les données sur les activités de la période 1995–2000 proviennent des sondages sur les PFC menées en 1998 et 2001 par Environnement Canada. Comme il n'existait pas de données pour la période 2001–2004, les émissions ont été estimées en partant de l'hypothèse que les quantités utilisées dans diverses applications étaient demeurées constantes après 2000.

Environnement Canada a recueilli des données sur les PFC pour la période de 2003–2007 auprès des grands distributeurs de PFC en 2008 et 2009. Les données de ces grands distributeurs ont alors été intégrées aux données existantes sur la consommation de PFC. Les données des grands distributeurs sur la consommation de PFC en 2008 et 2009 ont été recueillies en 2009 et 2010. De 2010 à 2017, il n'y a eu aucune collecte de données sur l'utilisation des PFC. Les données sur l'utilisation des PFC en 2010 ont été extrapolées à partir de celles de 2009 en utilisant les données économiques de production brute de 2009 et de 2010 des secteurs économiques concernés. Les données sur l'utilisation de PFC entre 2011 et 2017 ont été extrapolées à partir des estimations de 2008, 2009 et 2010 par régression linéaire des moindres carrés.

Réfrigération et climatisation (catégorie 2.F.1 du CUPR, PFC)

On a utilisé les équations 1 et 2 qui se trouvent au chapitre 2 (section 2.17.4.2) du volume 3 des Lignes directrices du GIEC—Version révisée de 1996 (GIEC/OCDE/AIE, 1997) pour estimer les émissions durant l'assemblage de systèmes de réfrigération résidentiels et commerciaux et de systèmes de climatisation fixes et mobiles ainsi que les émissions de fuites pour les mêmes applications.

Les pertes durant l'assemblage (valeurs k) et les taux de fuites (valeurs x) utilisés ont été choisis à partir d'une plage de valeurs fournie pour chaque catégorie d'équipement dans les Lignes directrices du GIEC—Version révisée de 1996 (GIEC/OCDE/AIE, 1997) (voir l'annexe 6 pour plus de détails).

Les données relatives aux systèmes de réfrigération utilisées pour ce calcul comprennent la quantité de PFC contenue dans les équipements fabriqués au Canada et les équipements importés, mais excluent la quantité de PFC dans le matériel d'exportation. On a présumé qu'aucune fuite ne survenait au cours de l'année de fabrication. Les Lignes directrices du GIEC—Version révisée de 1996 (GIEC/OCDE/AIE, 1997) proposent une plage de valeurs pour le taux annuel de fuite (x) pour chacune des catégories d'équipements.

On présume qu'il n'y avait pas eu d'émissions de PFC attribuables à l'élimination de systèmes de réfrigération et de climatisation fixes entre 1995 et 2009, étant donné que ces systèmes ont une durée de vie de 15 ans (valeur par défaut du GIEC) et que l'utilisation des PFC n'a débuté qu'en 1995. En ce qui concerne l'élimination de systèmes de climatisation

mobiles ayant une durée de vie légèrement plus courte, soit de 12 ans (valeur moyenne par défaut du GIEC), étant donné qu'aucune technologie de récupération et de recyclage n'était en place, on présume que la quantité totale des substances contenues dans les systèmes fabriqués en 1995 serait émise en 2008. Il s'agit probablement là d'une surestimation, parce que diverses exigences réglementaires existant actuellement au Canada interdiraient l'émission de PFC.

Agents d'expansion des mousses (PFC, catégorie 2.F.2 du CUPR)

Au cours de la production de mousses à alvéoles fermées, environ 10 % des PFC utilisés sont rejetés (GIEC 2006). La quantité résiduelle de PFC est piégée dans la mousse et rejetée lentement pendant environ 20 ans. On a utilisé la section 7.4.2 du chapitre 7 du volume 3 des Lignes directrices du GIEC de 2006 pour calculer l'estimation des émissions de niveau 2 du GIEC attribuables à la mousse à alvéoles fermées.

Aérosols (PFC, catégorie 2.F.4 du CUPR)

Étant donné que les sondages sur les PFC d'Environnement Canada n'ont recueilli aucune donnée sur la quantité de PFC utilisée dans les aérosols, on a présumé que les émissions de PFC imputables à leur utilisation dans les aérosols étaient négligeables.

Solvants (PFC, catégorie 2.F.5 du CUPR)

La méthode de niveau 2 du GIEC des Lignes directrices du GIEC 1—Version révisée de 1996 (GIEC/OCDE/AIE, 1997) a servi à estimer les émissions de PFC imputables aux solvants. L'estimation des émissions de l'année en cours équivaut à la moitié de la quantité de PFC utilisés comme solvants dans l'année en cours plus la moitié de la quantité de PFC utilisés comme solvants l'année précédente. La quantité de PFC utilisés chaque année équivaut à la quantité de PFC produits et importés comme solvants et exclut la quantité de PFC exportés comme solvants. Les PFC utilisés comme solvants comprennent les catégories suivantes :

- industries électroniques;
- solvants de laboratoire;
- nettoyage général.

Les coefficients d'émission appliqués à la catégorie de PFC utilisés comme substances de remplacement des SAO sont présentés à l'annexe 6.

4.16.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

On a également effectué une évaluation de niveau 1 de l'incertitude pour la consommation de PFC. De la même manière que pour les HFC, les incertitudes inhérentes aux données sur les activités (GIEC, 2006) et les coefficients d'émission (ministère de l'Environnement du Japon, 2009) ont été pris en compte dans l'évaluation de la consommation de PFC. Dans son ensemble, pour l'entière série chronologique, le degré d'incertitude associé à cette catégorie a varié de $\pm 10\%$ à $\pm 24\%$.

4.16.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification par catégorie

La catégorie de la consommation de PFC a fait l'objet de contrôles de la qualité informels.

4.16.5. Recalculs par catégorie

Aucun nouveau calcul n'a été effectué pour cette catégorie.

4.16.6. Améliorations prévues par catégorie

La dernière collecte de données sur la consommation de PFC remonte à 2009. Il est prévu de recueillir des données à jour sur la consommation de PFC pour les années subséquentes et d'actualiser les émissions en conséquence dans les futurs rapports d'inventaire.

4.17. Fabrication et utilisation d'autres produits (secteur 2.G du CUPR)

4.17.1. Description de la catégorie

La catégorie de la fabrication et utilisation d'autres produits comprend les émissions imputables à l'utilisation de SF_6 dans le matériel électrique (catégorie 2.G.1 du CUPR), les émissions de N_2O attribuables aux applications médicales

(catégorie 2.G.3.a du CUPR), les émissions de N_2O imputables à l'utilisation comme agent propulseur (catégorie 2.G.3.b du CUPR) et les émissions de PFC attribuables à d'autres utilisations ponctuelles de produits qui ne servent pas à remplacer une substance appauvrissant l'ozone (SAO) et qui ne sont pas liés à l'industrie de l'électronique (catégorie 2.G.4 du CUPR).

Nitrous Oxide of Canada (NOC), situé à Maitland (Ontario), est le seul producteur connu d'oxyde nitreux comprimé aux fins de ventes commerciales au Canada. NOC fournit du N_2O à deux des trois principaux distributeurs de ce gaz, qui occupent l'essentiel du marché commercial au Canada. Ces sociétés vendent des bouteilles de N_2O à un nombre relativement important de sous-distributeurs. On estime qu'il pourrait y avoir au Canada entre 9 000 et 12 000 clients utilisateurs finaux de N_2O , qui sont notamment des cabinets dentaires, des cliniques, des hôpitaux et des laboratoires (Cheminfo Services, 2006).

Le N_2O sert à un nombre limité d'applications, l'utilisation comme anesthésique représentant la plus grande partie de sa consommation au Canada, suivie par l'utilisation comme agent propulseur dans les produits alimentaires. Le N_2O peut également servir à d'autres fins : production d'azoture de sodium (produit chimique qui était employé pour gonfler les coussins de sécurité des automobiles); spectrométrie d'absorption atomique et fabrication de semi-conducteurs. Selon les distributeurs interrogés au cours de la récente étude, environ 82 % de leur volume de ventes de N_2O sert aux applications dentaires et médicales, 15 % à son emploi comme agent propulseur dans la transformation des aliments et seulement 3 % aux autres utilisations (Cheminfo Services, 2006).

Parmi toutes les applications possibles du N_2O , seules les deux plus importantes sont des sources d'émissions. Quand le N_2O sert d'anesthésique, on considère qu'aucune quantité de N_2O n'est métabolisée (GIEC, 2006). En d'autres termes, le N_2O utilisé quitte rapidement le corps du patient dans l'air exhalé (émission) étant donné sa faible solubilité dans le sang et les tissus. Quand le N_2O sert d'agent propulseur, on estime seulement les émissions attribuables à son emploi dans les contenants de crème fouettée, car les quantités de N_2O employées dans d'autres produits alimentaires ou non

alimentaires sont considérées comme négligeables d'après l'industrie alimentaire, le producteur de gaz et les distributeurs. Quand la crème sort du contenant, le gaz subit une dilatation et donne à la crème son apparence mousseuse. Étant donné qu'il n'y a aucune réaction chimique dans ce procédé, le N_2O est entièrement rejeté dans l'atmosphère (Cheminfo Services, 2006).

Il convient de souligner que les émissions produites par l'utilisation de solvants dans le nettoyage à sec, l'imprimerie, le dégraissage de métaux et diverses applications industrielles, ou résultant d'une utilisation domestique, ne sont pas estimées.

La catégorie de la fabrication et utilisation d'autres produits a contribué à hauteur de 685 kt (< 0,1 %) aux émissions totales du Canada en 2017, soit une hausse de 83 % depuis 1990.

4.17.2. Questions de méthodologie

Émissions de SF_6 imputables aux équipements électriques (catégorie 2.G.1 du CUPR)

Les services publics utilisent le SF_6 comme agent d'isolation et d'extinction dans les équipements électriques à haute tension, comme les appareillages de connexion, les disjoncteurs autonomes et les sous-stations isolées au gaz. Au Canada, le SF_6 est principalement utilisé dans les disjoncteurs contre les hautes tensions et l'équipement connexe.

On a eu recours à une méthode modifiée de niveau 3 pour estimer les émissions de SF_6 imputables aux équipements électriques des services publics pour certaines années (soit de 2006 à 2017) de la série chronologique, au lieu de la méthode descendante utilisée précédemment, en présumant que tout le SF_6 acheté auprès des distributeurs de gaz remplaçait le SF_6 perdu par fuite. Les estimations d'émissions de SF_6 par province pour 2006–2017 ont été fournies par l'Association canadienne de l'électricité (ACÉ), Hydro-Québec et BC Hydro, qui représentent ensemble les compagnies d'électricité du Canada. BC Hydro était membre de l'ACÉ avant 2017 et Hydro-Québec a rejoint l'association en 2017. Les données sur les émissions soumises par l'ACÉ, Hydro-Québec et BC Hydro ont été préparées conformément

au *Protocole d'estimation et de déclaration des émissions de SF_6 pour les services d'électricité* (« le protocole ») (Environnement Canada et l'Association canadienne de l'électricité, 2008). Soulignons que l'ACÉ, Hydro-Québec et BC Hydro ne fournissent pas de données sur les activités correspondantes. Cependant, la quantification des émissions dans les méthodologies employées est fondée sur la masse de SF_6 injectée dans l'équipement ou contenue dans les bouteilles. L'estimation des émissions nationales de SF_6 pendant la période 2006–2017 correspond à la somme des estimations de toutes les provinces. Le protocole est le fruit d'une collaboration entre Environnement Canada, l'ACÉ et Hydro-Québec.

En bref, le protocole explique comment la méthode de niveau 3 modifiée (propre à un pays) a été établie à partir de la méthode de niveau 3 fondée sur le cycle de vie du GIEC. On y décrit également les différentes options qui permettent d'estimer les émissions d'après le cycle de vie de l'équipement (soit la quantité totale de SF_6 utilisé pour remplir l'équipement), l'élimination de l'équipement et les émissions dues à des défaillances (soit la capacité nominale moins la quantité récupérée pour les émissions liées à l'élimination ou simplement la capacité nominale pour les émissions attribuables à des défaillances de l'équipement). On trouve aussi à l'annexe 3.3 une description plus détaillée de la méthodologie.

L'ACÉ et Hydro-Québec n'ont pu fournir d'estimations pour les années 1990 à 2005, parce qu'on a commencé à appliquer une méthode d'inventaire systématique des quantités de SF_6 de ces organisations qu'à partir de l'année de référence 2006. Par conséquent, le recours au protocole n'était pas possible. Des sondages auprès des distributeurs de SF_6 ont été utilisés afin d'obtenir des données relatives à l'utilisation avant d'appliquer le protocole. Pour résoudre ce problème de disponibilité des données et assurer la cohérence de la série chronologique, on a appliqué une technique de superposition (GIEC, 2006, volume 1, chapitre 5); en l'occurrence, on a évalué la superposition entre quatre séries d'estimations annuelles (2006–2009) calculées à partir des données des sondages auprès des distributeurs et obtenues en vertu du protocole.

L'estimation des émissions aux échelles provinciales et territoriales est fondée sur les estimations des

émissions nationales (obtenues au moyen de la méthode de superposition) et du pourcentage des parts provinciales (selon les données déclarées de 2006 à 2009).

4.17.3. Émissions de N₂O relatives aux applications médicales (catégorie 2.G.3.a du CUPR) et utilisation du N₂O comme agent propulseur (catégorie 2.G.3.b du CUPR)

Les estimations des émissions de N₂O pour ces catégories sont fondées sur la consommation. Comme il est pratiquement impossible de recueillir des données relatives à la consommation auprès de tous les utilisateurs finaux de N₂O, on suppose que les ventes au pays et les importations (obtenues directement auprès de Nitrous Oxide of Canada) correspondent à la consommation nationale.

Un sondage a été mené auprès du producteur et des distributeurs afin d'obtenir des données relatives aux ventes par segment de marché ainsi que des informations quantitatives permettant d'établir le profil canadien des ventes de N₂O en 2005 par application (Cheminfo Services, 2006). On suppose que les profils des ventes des années 2006 à 2017 sont les mêmes que celui de 2005. Les quantités de N₂O vendues à des fins d'anesthésique et d'agent propulseur sont calculées à partir du total du volume des ventes au pays et de leur part respective des ventes.

Pour déterminer les estimations provinciales et territoriales, on a réparti les estimations à l'échelle nationale en fonction des populations provinciales et territoriales (Statistique Canada, sans date [d]).

4.17.4. Émissions de PFC imputables à d'autres utilisations de produits ponctuelles (catégorie 2.G.4 du CUPR)

Parmi les sources de produits « ponctuelles » se trouve l'utilisation de PFC comme isolant électronique et comme agent réfrigérant diélectrique pour le transfert thermique dans l'industrie électronique. On applique les coefficients d'émission de la méthode de niveau 2 du GIEC (GIEC, 2000) aux données sur

l'utilisation des PFC qui proviennent du sondage sur les PFC pour estimer les émissions de PFC de sources ponctuelles, conformément à l'équation 3.54 des Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques (GIEC, 2000).

4.17.5. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la catégorie du SF₆ des équipements électriques. Il convient de noter que l'évaluation de l'incertitude ne prend en compte que les données de 2007. L'estimation des émissions dans le présent rapport présenterait un degré d'incertitude plus bas. Dans son ensemble, l'incertitude pour cette catégorie a été estimée à $\pm 30,0$ %. Selon les années, les sources des données et la méthodologie employée pour estimer les émissions de SF₆ des équipements électriques pourraient varier, comme nous l'avons expliqué dans la section 4.17.2 (Questions de méthodologie).

On a effectué une évaluation de niveau 1 de l'incertitude pour l'ensemble de la catégorie de la consommation de PFC. Les incertitudes inhérentes aux données sur les activités (GIEC, 2006) et les coefficients d'émission (ministère de l'Environnement du Japon, 2009) ont été pris en compte dans l'évaluation de la consommation de PFC. Dans son ensemble, pour l'entière série chronologique, le degré d'incertitude associé à cette catégorie a varié de ± 10 % à ± 23 %.

On a effectué une évaluation de l'incertitude de niveau 1 pour les catégories d'émissions de N₂O imputables à des applications médicales et à son utilisation comme agent propulseur. On a tenu compte des incertitudes attribuables aux ventes nationales, aux importations, aux profils de ventes et aux coefficients d'émissions. On a évalué l'incertitude pour ces catégories combinées à ± 19 %. On s'attend à ce que l'incertitude pour ce secteur ne varie pas beaucoup d'une année à l'autre, puisque les sources de données et les méthodes utilisées sont demeurées les mêmes.

4.17.6. Assurance de la qualité/ contrôle de la qualité et vérification par catégorie

Les catégories suivantes : Consommation de SF₆ dans l'équipement électrique, Émissions de N₂O imputables à des applications médicales et à l'utilisation du N₂O comme agent propulseur et Émissions de PFC issues d'autres utilisations de produits confinés ont fait l'objet de contrôles de la qualité informels.

4.17.7. Recalculs par catégorie

Il y a eu un recalcul de +7 kt eq. CO₂ pour les émissions de SF₆ dans l'équipement électrique en raison d'une mise à jour des données sur les activités de 2016.

En raison d'une correction à l'extrapolation des données d'importation sur le N₂O obtenues de Statistique Canada, les émissions attribuables aux applications médicales et les émissions imputables à l'utilisation comme agent propulseur ont été recalculées à la hausse (46 kt à 142 kt) pour les années 2012 à 2016.

4.17.8. Améliorations prévues par catégorie

Comme il est mentionné plus haut, le SF₆ est utilisé comme agent d'isolation et d'extinction dans les équipements de transmission et de distribution de l'électricité. Il est possible de mélanger du SF₆ et du CF₄ pour améliorer la performance de l'équipement par temps froid. Le Canada ne déclare actuellement que les émissions de SF₆ de cette catégorie de source (catégorie 2.G.1 du CUPR). Il est également prévu de recueillir des données sur les émissions de CF₄ et d'en faire état dans les futurs rapports d'inventaire.

CHAPITRE 5

AGRICULTURE (SECTEUR 3 DU CUPR)

5.1. Aperçu

Au Canada, les émissions du secteur de l'agriculture ont représenté 8 % des émissions totales de gaz à effet de serre (GES) par année depuis 1990, et les émissions de ce secteur ont augmenté de 28 % entre 1990 et 2017. Dans les sources d'émissions du secteur de l'agriculture figurent les catégories de la Fermentation entérique (CH_4) et de la Gestion des fumiers (N_2O et CH_4) pour les émissions associées à la production animale et les catégories des sols agricoles (N_2O) et de l'incinération des résidus agricoles dans les champs (CH_4 et N_2O) pour les émissions associées à la production végétale. Les émissions de dioxyde de carbone provenant de l'application de chaux et d'urée sont maintenant déclarées dans le secteur de l'Agriculture; toutefois, les émissions et les absorptions de CO_2 par les terres agricoles sont encore déclarées dans le secteur Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (ATCATF), dans la catégorie des Terres cultivées (voir le chapitre 6). Les émissions de GES imputables à la combustion de combustibles à la ferme sont incluses dans le secteur de l'Énergie (chapitre 3).

Le secteur de l'Agriculture canadien est dominé par la production de bovins de boucherie (non laitiers), de porcs, de céréales et d'oléagineux. La production de volaille et l'industrie laitière y occupent également une place importante. Les élevages de moutons sont très localisés et petits comparativement à la production de bovins, de porcs, de vaches laitières et de volaille. D'autres animaux d'élevage, comme les bisons¹, les lamas, les alpagas, les chevaux, les chèvres, les wapitis, les cerfs, les sangliers, les renards, les visons, les

¹ Dans les tableaux du CUPR, les émissions des bisons sont déclarées dans la catégorie « buffles » du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) utilisée au Canada, bien que l'espèce dont il est question soit le bison d'Amérique (*Bison bison*) qui est élevé pour la production de viande à l'aide de méthodes semblables à celles utilisées pour l'élevage des bovins. Dans le texte du Rapport d'inventaire national (RIN), cette catégorie d'animaux sera appelée bisons.

5.1. Aperçu	1
5.2. Fermentation entérique	4
5.3. Gestion des fumiers	8
5.4. Émissions de N_2O attribuables aux sols agricoles	15
5.5. Émissions de CH_4 et de N_2O attribuables au brûlage des résidus agricoles	28
5.6. Émissions de CO_2 attribuables au chaulage	29
5.7. Émissions de CO_2 attribuables à l'application d'urée	30

lapins ainsi que les mules et les ânes, sont produits à des fins commerciales, mais il s'agit de petites productions.

Les pratiques agricoles varient selon les régions au Canada, pour des raisons historiques et climatiques. Environ 75 % des bovins de boucherie et plus de 90 % du blé, de l'orge et du canola sont produits dans une écozone semi-aride à subhumide des Prairies. En revanche, environ 75 % des bovins laitiers, 60 % des porcs et de la volaille et plus de 90 % du maïs et du soja sont produits dans l'écozone humide des plaines à forêts mixtes de l'est du Canada.

En 1990, le Canada comptait 10,5 millions de bovins de boucherie, 1,4 million de bovins laitiers, 10 millions de porcs et 100 millions de volailles. En 2005, les cheptels de bovins de boucherie et de porcs ont atteint un sommet avec 15 millions d'animaux chacun. Par la suite, les populations bovine et porcine ont diminué et, en 2010, elles comptaient 11 millions et 12,5 millions de têtes respectivement, mais elles ont augmenté depuis et comptent maintenant 14 millions de têtes. Depuis 1990, la population de volaille a augmenté, atteignant 154 millions de têtes. Depuis 1990 également, le cheptel de vaches laitières a diminué progressivement et comptait moins de 1 million de têtes en 2017.

Depuis 1990, les pratiques culturelles ont changé au Canada; la production de canola a augmenté, passant de 3 Mt à 21 Mt, celles de maïs, de 7 Mt à 13 Mt, et du soja, de 1,3 Mt à 7,7 Mt. Entre 1990

et 2002, la production de blé a diminué de façon marquée, passant de 32 Mt à 16 Mt. Toutefois, depuis, la production a de nouveau augmenté et atteignait 30 Mt en 2017. Ces changements touchant la production agricole ont plus que doublé l'utilisation d'engrais azotés inorganiques, qui a fait un bond de 1,2 Mt N en 1990 à 2,6 Mt N en 2017, et la superficie en jachère a diminué de 7,4 millions d'hectares (Mha) et celle des terres visées par des pratiques de conservation du sol a augmenté de 16 Mha.

Ces changements ont donc eu des effets sur les émissions totales de gaz à effet de serre (GES) au Canada provenant du secteur de l'agriculture, émissions qui ont augmenté, passant de 47 Mt d'éq. CO₂ en 1990 à 60 Mt d'éq. CO₂ en 2017 (Tableau 5-1). Il s'agit d'une hausse de 26 % depuis 1990, qui est principalement attribuable à l'utilisation accrue d'engrais azotés inorganiques (120 %) ainsi qu'à la croissance des cheptels de bovins de boucherie et de porcs (5 % et 40 %, respectivement) et à une

Tableau 5-1 Évolution à court et à long terme des émissions de GES provenant du secteur de l'Agriculture¹

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (kt d'éq. CO ₂)									
	1990	2000	2005	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Agriculture—TOTAL¹	47 000	57 000	60 000	55 000	57 000	59 000	58 000	58 000	59 000	60 000
Fermentation entérique (CH₄)	22 000	28 000	31 000	25 000	25 000	25 000	24 000	24 000	24 000	24 000
Bovins laitiers	4 000	3 400	3 200	3 100	3 100	3 200	3 200	3 200	3 200	3 300
Bovins de boucherie ²	18 000	23 000	26 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
Autres ³	730	1 100	1 300	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100
Gestion des fumiers	6 100	8 000	8 800	7 700	7 700	7 800	7 700	7 800	7 900	8 000
Bovins laitiers										
CH ₄	430	560	680	840	850	870	870	870	880	890
N ₂ O	520	460	350	270	260	270	270	260	260	260
Bovins de boucherie ²										
CH ₄	810	1 100	1 200	1 100	1 100	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
N ₂ O	1 900	2 700	3 000	2 400	2 400	2 300	2 300	2 300	2 300	2 300
Porcs										
CH ₄	1 000	1 500	1 800	1 500	1 500	1 500	1 500	1 600	1 700	1 700
N ₂ O	120	90	80	60	60	60	60	60	60	60
Volaille										
CH ₄	160	190	190	190	190	190	200	200	200	200
N ₂ O	430	530	540	560	570	580	590	600	610	610
Autres ⁴										
CH ₄	40	50	60	60	50	50	50	50	40	40
N ₂ O	100	150	180	160	160	150	150	140	130	130
Source indirecte de N ₂ O	600	780	840	690	690	690	690	700	710	710
Sols agricoles (N₂O)	17 000	19 000	19 000	20 000	22 000	24 000	23 000	24 000	24 000	25 000
Sources directes	14 000	16 000	15 000	17 000	18 000	20 000	19 000	20 000	20 000	21 000
Engrais azotés synthétiques	5 700	7 500	6 900	8 900	10 000	11 000	11 000	11 000	11 000	12 000
Fumier épandu comme engrais	2 000	2 300	2 500	2 200	2 200	2 200	2 200	2 200	2 300	2 300
Décomposition des résidus de culture	4 400	4 600	4 900	5 100	5 300	6 500	5 700	5 900	6 500	6 500
Travail des sols organiques	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Minéralisation du carbone de la matière organique du sol	490	520	500	600	630	670	710	760	810	870
Conservation du sol ⁵	-300	-740	-850	-1 100	-1 200	-1 500	-1 300	-1 400	-1 400	-1 300
Jachère d'été	1 300	1 000	740	480	470	480	380	330	270	220
Irrigation	280	320	330	340	360	400	390	390	410	330
Fumier dans les pâturages, les grands parcours et les enclos	220	250	260	220	220	210	210	210	200	200
Sources indirectes	2 800	3 400	3 400	3 600	3 800	4 200	4 000	4 100	4 200	4 300
Brûlage des résidus de récolte (CH₄ et N₂O)	220	130	40	30	40	50	50	60	50	50
Application de chaux et d'urée (CO₂)	1 200	1 600	1 400	2 000	2 300	2 700	2 500	2 600	2 500	2 500

Notes :

1. La somme pourrait ne pas correspondre au total indiqué en raison de l'arrondissement.
2. Les « bovins de boucherie » incluent les génisses laitières.
3. Comprend : buffles, chèvres, chevaux, agneaux, lamas/alpagas, moutons et porcs, chevreuils/wapitis, sangliers.
4. Comprend : bisons, chèvres, chevaux, agneaux, lamas/alpagas, moutons, renards, visons, lapins, chevreuils/wapitis, sangliers.
5. Les valeurs négatives indiquent une réduction des émissions de N₂O grâce à l'adoption de méthodes de conservation du sol.

modification des pratiques en matière d'alimentation et de gestion des fumiers dans l'industrie laitière et l'industrie porcine.

Les émissions de CH₄ attribuables aux animaux d'élevage sont passées de 25 Mt d'éq. CO₂ en 1990 à 28 Mt d'éq. CO₂ en 2017, et les estimations moyennes se situent dans une plage d'incertitude de -16 % à +20 %. Sur l'ensemble de la série chronologique de 1990 à 2017, on estime que les émissions moyennes de CH₄ ont augmenté de 3,3 Mt d'éq. CO₂, soit de 13 %. La hausse des émissions observée se situe dans une plage d'incertitude de 10 % à 17 %. Les émissions de N₂O attribuables aux sols agricoles et aux animaux d'élevage sont passées de 21 Mt d'éq. CO₂ en 1990 à 29 Mt d'éq. CO₂ en 2017, et les estimations moyennes se situent dans une plage d'incertitude de -27 % à +29 %. Pendant la série chronologique, les émissions moyennes de N₂O ont augmenté de 8,6 Mt d'éq. CO₂, soit de 41 %.

Les émissions du secteur de l'Agriculture ont atteint un sommet en 2005, puis ont diminué jusqu'en 2011, passant à 55 Mt d'éq. CO₂, avec une réduction des émissions de la production animale attribuable à la baisse des populations d'animaux d'élevage (voir les catégories de sources Fermentation entérique et

Gestion des fumiers, Tableau 5-1). Depuis 2011, les populations d'animaux d'élevage se sont stabilisées pendant que les émissions associées à l'utilisation d'engrais ont augmenté. Ces tendances, combinées à une production végétale élevée au cours des dernières années, ont causé une hausse des émissions par rapport à celles plus faibles de 2011 jusqu'aux sommets atteints par le passé.

Dans ce rapport, on a calculé que les émissions, comparativement au rapport précédent, étaient plus basses de 540 kt d'éq. CO₂ en 1990, de 530 kt d'éq. CO₂ en 2005 et de 450 kt d'éq. CO₂ en 2016, soit des recalculs de -1,1 %, -0,9 % et -0,7 % respectivement (Tableau 5-2). Les recalculs faisaient principalement suite à la mise en œuvre des améliorations prévues pour les porcs (voir le Tableau 5-3 et l'annexe 3.4) et aux mises à jour apportées aux données sur les activités. Ces mises à jour comprennent l'intégration de données sur les populations d'animaux, les superficies cultivées et les pratiques de gestion provenant du Recensement de l'agriculture de 2016, ainsi que l'harmonisation des données sur les populations d'animaux et les cultures agricoles avec celles des enquêtes annuelles de Statistique Canada. Les données sur les activités d'épandage de chaux sont disponibles avec un décalage de trois

Tableau 5-2 Résumé quantitatif des recalculs pour le secteur de l'agriculture dans le Rapport d'inventaire national de 2019

		Recalculs (kt d'éq. CO ₂)							
		1990	2000	2005	2012	2013	2014	2015	2016
Rapport précédent (RIN de 2018), kt d'éq. CO ₂		47 000	57 000	60 000	57 000	59 000	58 000	59 000	60 000
Rapport actuel (RIN de 2019), kt d'éq. CO ₂		47 000	57 000	60 000	57 000	59 000	58 000	58 000	59 000
Changement dans le cadre du processus d'amélioration continue ou de perfectionnement des méthodes									
Modification de la méthode de calcul des émissions de la production porcine		-390	-360	-370	-260	-260	-240	-230	-230
Gestion des fumiers	kt d'éq. CO ₂	-470	-470	-500	-400	-410	-400	-400	-410
	%	-1,0	-0,8	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7
Sols agricoles	kt d'éq. CO ₂	76	110	120	140	140	160	170	180
	%	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Révision des données sur les activités (Recensement de l'agriculture de 2016, enquêtes de Statistique Canada)		-140	35	-160	63	64	-180	-250	-260
Fermentation entérique	kt CO ₂ eq	0	0	0	-32	-120	-330	-480	-470
	%	0	0	0	-0,1	-0,2	-0,6	-0,8	-0,8
Gestion des fumiers	kt CO ₂ eq	0	0	0	23	11	-75	-34	-36
	%	0	0	0	0,04	0,02	-0,1	-0,06	-0,06
Sols agricoles	kt CO ₂ eq	-140	36	-150	71	170	230	260	240
	%	-0,3	0,1	-0,3	0,1	0,3	0,4	0,4	0,4
Brûlage des résidus de culture	kt CO ₂ eq	-8,4	-0,8	-3,4	0,0	1,0	2,3	1,3	0,2
		-0,02	-0,001	-0,006	0,000	0,002	0,004	0,002	0,0003
Révision des données sur l'application de chaux		0	0	0	0	0	0	0	39
Chaulage, application d'urée et autres engrais carbonés : kt d'éq. CO ₂	kt d'éq. CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	39
	%	0	0	0	0	0	0	0	0,1

Tableau 5-3 **Résumé qualitatif des révisions des méthodologies, des corrections et des améliorations apportées au rapport du Canada pour 2019**

Correction ou amélioration	Catégories de recalcul visées	Années visées
1. Modification de la méthode de calcul des émissions de la production porcine	Émissions de CH ₄ résultant de la gestion des fumiers et émissions de N ₂ O, directes et indirectes, produites par les systèmes de gestion des fumiers et les sols agricoles	1990-2016
2. Révision des données sur les activités (Recensement de l'agriculture de 2016, enquêtes de Statistique Canada)	Émissions de CH ₄ résultant de la fermentation entérique et de la gestion des fumiers, et émissions de N ₂ O, directes et indirectes, produites par les systèmes de gestion des fumiers et les sols agricoles. Émissions de CH ₄ et de N ₂ O résultant du brûlage des résidus de culture	1990-2016
3. Révision des données sur l'application de chaux	Émissions de CO ₂ produites par l'utilisation de la chaux dans le secteur de l'agriculture	2016

ans et, par conséquent, les valeurs de 2016 ont été mises à jour pour le rapport de 2019 et sont demeurées inchangées pour 2017.

Il n'y a aucune production de riz au Canada; les émissions de CH₄ issues de la riziculture y sont donc inexistantes. Le brûlage dirigé des savanes n'est pas une pratique utilisée au Canada.

Pour chaque catégorie de sources d'émissions, on trouve dans le présent chapitre une introduction et une brève description des questions de méthodologie, du degré d'incertitude et de la cohérence de la série chronologique, des procédures d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) et de vérification, des recalculs et des améliorations prévues. La méthodologie détaillée et les sources des données sur les activités de l'inventaire sont décrites à l'annexe 3.4.

5.2. Fermentation entérique (catégorie 3.A du CUPR)

5.2.1. Description de la catégorie de sources

Le méthane (CH₄) est produit durant le processus normal de digestion des herbivores des élevages d'animaux, soit la fermentation entérique. Les micro-organismes décomposent les glucides et les protéines en molécules simples qui sont absorbées dans le tractus gastro-intestinal, le CH₄ étant un sous-produit de la fermentation. Ce processus aboutit à une accumulation de CH₄ dans le rumen, qui est ensuite rejeté par éructation et expiration. Une partie du CH₄ est rejetée ultérieurement durant le processus de digestion sous forme de flatulences, mais cette portion représente moins de 5 % des émissions totales. Les gros ruminants, dont les bovins, sont les animaux qui génèrent le plus de CH₄.

Au Canada, l'élevage d'animaux varie d'une région à l'autre. Dans l'ouest du Canada, la production bovine domine, combinant des systèmes d'élevage intensif où une densité élevée d'animaux est engraisée dans des parcs d'engraissement, et des systèmes de pâturage de faible densité de type ranch pour des exploitations de naissance. La majorité de la production laitière se fait dans l'est du Canada dans des installations présentant un niveau de production élevé, une grande densité d'animaux. De plus, l'élevage d'animaux s'est intensifié de façon importante depuis 1990, ce qui a eu une incidence à la fois sur la production laitière et sur les méthodes de gestion. L'est du Canada est aussi associé à des installations de production porcine intensive ayant une grande densité d'animaux. Au cours des 20 dernières années, la production porcine s'est déplacée dans l'ouest du Canada. D'autres animaux qui produisent du CH₄ par fermentation entérique, notamment les bisons, les chèvres, les chevaux, les lamas/alpagas, les cerfs et les wapitis, les sangliers et les moutons, sont élevés comme du bétail, mais les populations de ces animaux sont généralement faibles. Au Canada, plus de 95 % des émissions de fermentation entérique proviennent des bovins.

5.2.2. Questions de méthodologie

La diversité des systèmes d'élevage et les différences régionales sur le plan des installations de production compliquent l'estimation des émissions. Pour chaque catégorie et sous-catégorie d'animaux, les émissions de CH₄ sont calculées par province en multipliant la population animale de la catégorie ou sous-catégorie d'animaux donnée par son coefficient d'émissions à l'échelle régionale.

Pour les bovins, les coefficients d'émissions de CH₄ sont estimés au moyen de la méthode d'estimation de niveau 2 du GIEC, selon les équations fournies dans les Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006). Une

étude nationale de Boadi *et al.* (2004) a ventilé les sous-catégories de bovins en stades de production de moins d'un an, par province, et a établi leur état physiologique, leur régime alimentaire, leur classe d'âge, leur sexe, leur poids, leur taux de gain de poids, leur niveau d'activité et leur environnement de production. Ces données ont été intégrées aux équations de niveau 2 du GIEC pour établir des coefficients d'émissions pour chaque sous-catégorie d'animaux en prenant en compte les pratiques de production provinciales. Les données décrivant chacun des stades de production ont été obtenues par consultation de spécialistes des bovins de boucherie et des bovins laitiers dans tout le pays.

Dans le cas des bovins laitiers, la classification des sous-catégories de base élaborée par Boadi *et al.* (2004) était exacte pour le milieu des années 2000 au moment où les données ont été intégrées au modèle de niveau 2. Toutefois, on reconnaît que certains paramètres de la production laitière ne sont pas demeurés stables au fil du temps, et ils pourraient avoir des répercussions sur l'ensemble des aspects liés aux émissions du secteur laitier. D'autres travaux ont été menés et pris en compte dans l'analyse de l'inventaire réalisée en 2018 afin d'améliorer les estimations de certains paramètres de niveau 2 pour les bovins laitiers et de créer une série chronologique qui reflète mieux les changements de pratiques en matière de production laitière. L'augmentation de la production laitière associée à des améliorations génétiques ainsi qu'à des aliments de meilleure qualité et mieux distribués pour les troupeaux de bovins laitiers au cours de la période de 1990 à 2017 s'est traduite par un accroissement de 20 % du coefficient d'émissions de CH₄ pour cette catégorie d'animaux. À mesure que croît la production laitière, la quantité d'énergie nécessaire à la lactation (EN_l) devient plus grande et requiert une plus grande consommation d'aliments.

Chez les bovins de boucherie, les changements du poids corporel à la maturité influent sur l'énergie nécessaire au maintien et à la croissance (EN_m et EN_g), et ces changements ont donc des effets sur la consommation d'aliments. De 1990 à 2003, les races de gros bovins sont devenues populaires, ce qui a eu pour effet d'augmenter de 7,4 % les coefficients d'émissions durant cette période. Depuis, le poids des bovins non laitiers est demeuré relativement stable, alors que le poids des animaux destinés à l'abattage a continué d'augmenter, mais à un taux plus faible. Les coefficients d'émissions ont depuis diminué par suite d'une combinaison de la stabilisation du poids

des bovins et d'une dérivation au sein des populations de la sous-catégorie des bovins. Depuis 2005, les vaches de boucherie et les populations de génisse de remplacement ont diminué considérablement, alors que les populations d'animaux en engraissement (génisse et bouvillons destinés à l'abattage) sont demeurées constantes. Ainsi, la proportion d'animaux en cours d'engraissement dans le troupeau national a augmenté de 17 % à 20 %. Puisque les animaux en cours d'engraissement présentent un coefficient d'émissions plus faible, le coefficient d'émissions général pour la catégorie des bovins non laitiers a diminué par rapport à son niveau le plus haut, qui a été atteint en 2005.

Pour les espèces non bovines, les émissions de CH₄ imputables à la fermentation entérique continuent d'être estimées à l'aide de la méthode de niveau 1 du GIEC. Les catégories Volaille, Lapins et Animaux à fourrure sont exclus des estimations de la fermentation entérique, étant donné qu'il n'y a actuellement pas de coefficients d'émissions disponibles.

Les données sur les activités, qui consistent en populations d'animaux pour chaque catégorie et sous-catégorie, par province, ont été obtenues de Statistique Canada (annexe 3.4, tableau A3-1). Elles sont basées sur le *Recensement de l'agriculture*, qui est effectué tous les cinq ans et mis à jour annuellement au moyen de sondages semestriels ou trimestriels sur les bovins, les porcs et les moutons.

5.2.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

À l'aide de la technique de Monte-Carlo, on a réalisé une analyse de l'incertitude de la méthode utilisée pour estimer les émissions de méthane de sources agricoles. Cette analyse tenait compte du niveau d'incertitude dans les paramètres définis dans Boadi *et al.* (2004) qui sont utilisés dans les équations de la méthode de niveau 2 du GIEC. On trouvera les détails de cette analyse à l'annexe 3.4, section A3.4.2.4. Les distributions des incertitudes pour les paramètres concernés ont été tirées de Karimi-Zindashty *et al.* (2012), mais certains paramètres supplémentaires et mises à jour ont été inclus dans cette analyse. Pour 2017, les plages d'incertitude de l'analyse de 2012 ont été appliquées aux nouvelles estimations des émissions. Une analyse de l'incertitude des résultats du modèle d'émissions

des bovins laitiers mis à jour n'a pas encore été effectuée, et les estimations de l'incertitude figurant dans le présent rapport sont fondées sur la méthode de Boadi *et al.* (2004).

Les plages d'incertitude des émissions de CH₄ attribuables à la fermentation entérique étaient semblables en 1990 et en 2017, et la moyenne des estimations se situe dans une plage d'incertitude de -17 % à +22 % (Tableau 5-4). Sur l'ensemble de la série chronologique de 1990 à 2017, on estime que la moyenne des émissions a augmenté de 1,9 Mt d'éq. CO₂, soit une hausse de 8 %. L'augmentation se situe dans une plage d'incertitude de +4 % à +13 %.

L'incertitude relative aux émissions était principalement due au calcul du coefficient d'émissions. La plage d'incertitude entourant le calcul des coefficients d'émissions de niveau 2 était la plus élevée (41 %) dans le cas des bovins non laitiers. Les calculs de l'incertitude relative aux émissions et aux coefficients d'émissions étaient les plus sensibles à l'utilisation des paramètres par défaut du GIEC dans la méthodologie de calcul de niveau 2, en particulier le taux de conversion du méthane (Y_m) et le coefficient associé à l'estimation de l'énergie nette de maintien (C_f) (Karimi-Zindashty *et al.*, 2012).

La méthode et les paramètres utilisés pour le calcul des coefficients d'émissions sont conformes dans l'ensemble de la série chronologique (1990–2017), à l'exception de la production laitière pour les bovins laitiers. La série chronologique de la production laitière de 1990 à 1998 est estimative. Il existe au Canada deux ensembles de données sur la production de lait : i) des registres publiables représentant les données de production pour les animaux d'élite génétique du cheptel canadien de 1990 à maintenant et ii) des

registres de gestion qui présentent une estimation plus exacte de la production du cheptel laitier canadien de 1999 à maintenant. La production laitière réelle de la totalité du cheptel canadien de 1990 à 1998 a été estimée à partir du rapport moyen entre les données publiables et les données de gestion de 1999 à 2007

5.2.4. AQ/CQ et vérification

La Fermentation entérique, en tant que catégorie clé, a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1 qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006). De plus, les données sur les activités, les méthodes et les changements sont illustrés et archivés en format électronique. Les coefficients d'émissions de niveau 2 du GIEC au sujet des bovins, tirés de Boadi *et al.* (2004), ont été révisés par des experts indépendants (McAllister et Basarab, 2004).

Les contrôles de la qualité de niveau 2 qui ont été réalisés à l'interne en 2010 et en 2011 comprenaient une révision complète et un remaniement de la méthode de calcul et des données d'entrée ainsi qu'un examen et une compilation des études canadiennes sur la fermentation entérique (MacDonald et Liang, 2011). Cet examen porte à penser que l'estimation des émissions de la fermentation entérique ne présente aucun biais particulier. À la lumière des analyses de sensibilité réalisées dans le cadre de l'analyse des incertitudes et de la revue de la littérature, les améliorations du modèle des bovins exigent que des paramètres propres au pays, qui tiennent compte des effets des pratiques régionales de gestion sur les émissions, soient élaborés remplaçant les valeurs par défaut du

Tableau 5-4 Degré d'incertitude des estimations des émissions de CH₄ dues à la fermentation entérique

Catégorie d'animaux	Source de l'incertitude		Valeur moyenne ¹	Prob. de 2,5 % ²	Prob. de 97,5 %
Bovins laitiers	Cheptel (1 000 têtes)		951	901 (-5,2 %)	1000 (+5,2 %)
	Coefficient d'émission de niveau 2 (kg/tête/an)		138	116 (-16 %)	167 (+21 %)
	Émissions (Mt d'éq. CO ₂)		3,3	2,7 (-17 %)	4,0 (+22 %)
	Population (1 000 têtes)		11 084	10 885 (-1,8 %)	11 295 (+1,9 %)
Bovins non laitiers	Coefficient d'émission de niveau 2 (kg/tête/an)		72	58 (-19 %)	87 (+22 %)
	Émissions (Mt d'éq. CO ₂)		20	16 (-19 %)	25 (+25 %)
Autres animaux	Émissions (Mt d'éq. CO ₂)		1,1	0,87 (-18 %)	1,2 (+17 %)
Émissions totales	Émissions (Mt d'éq. CO ₂)	1990	22	19 (-17 %)	27 (+22 %)
		2017	24	20 (-17 %)	30 (+22 %)
	Tendance	1990–2017	1,9 (+8,3 %)	1,0 (+4,4 %)	2,8 (+12 %)

Notes :

1. Valeur moyenne tirée de la base de données, à l'exception des données sous « Tendance », qui représentent la différence entre 1990 et 2017.

2. Les valeurs entre parenthèses représentent le pourcentage d'incertitude de la moyenne, à l'exception des données sous « Tendance », où les valeurs entre parenthèses représentent la variation en pourcentage entre 1990 et 2017.

GIEC utilisées dans le modèle des émissions, comme cela a été fait pour les bovins laitiers. On trouve plus de précisions à ce sujet à l'annexe 3.4. Une étude descendante récente axée sur l'assurance de la qualité a été réalisée à l'aide d'une technologie des flux fondée sur les données d'aéronefs recueillies à basse altitude (Desjardins *et al.* 2018). Bien qu'il ait été difficile de concilier les estimations de la méthode descendante avec les estimations de la méthode ascendante en raison des difficultés à différencier les émissions de CH₄ du secteur agricole des émissions des milieux humides, les estimations issues de la méthode descendante étaient conformes à celles établies à l'aide de la méthode ascendante dans les régions où les émissions des milieux humides étaient minimales.

5.2.5. Recalculs

Des recalculs ont été faits après 2011 dans le présent rapport (Tableau 5–5) en raison de révisions apportées aux données sur les activités d'après le Recensement de l'agriculture de 2016. L'ajustement à la baisse du cheptel bovin dans l'enquête annuelle de

Statistique Canada sur les populations bovines pour les années 2012 à 2016 a été le principal facteur à l'origine des nouveaux calculs.

Dans l'ensemble, ces changements n'ont entraîné aucune variation des émissions en 1990 et en 2005, et se sont traduits par une diminution des émissions de 278 kt d'éq. CO₂ en 2016. Il n'y a eu aucune répercussion sur la tendance à court terme des émissions, mais la tendance à long terme a légèrement fléchi, passant de 10 % à 8 % (Tableau 5–5).

5.2.6. Améliorations prévues

En règle générale, la méthode de calcul des émissions de la fermentation entérique est solide; les améliorations dépendent surtout de la capacité de recueillir des données plus complètes sur la composition du régime alimentaire des animaux, ce qui aidera à l'élaboration de paramètres propres aux diverses sous-catégories d'animaux dans les différentes régions du Canada. Des renseignements sur l'alimentation des bovins laitiers sont actuellement recueillis afin de

Tableau 5–5 Recalculs des estimations des émissions et leur incidence sur les tendances des émissions et sur les émissions totales des sources agricoles provenant de la fermentation entérique et les émissions de CH₄ et de N₂O de la gestion des fumiers

Source d'émission	Année	Année de rapport	Émissions de la catégorie (kt d'éq. CO ₂)	Changement dans les émissions (kt d'éq. CO ₂)	Variation relative des émissions de la catégorie (%)	Ancienne tendance (%)	Nouvelle tendance (%)
Fermentation entérique	1990	2018	22 347	0	0,0	Long terme (1990–2016)	
		2019	22 347			10	8
	2005	2018	30 821	0	0,0	Court terme (2005–2016)	
		2019	30 821				
	2016	2018	24 485	-278	-1,1	-21	-21
		2019	24 207				
Gestion des fumiers CH ₄	1990	2018	2 794	-341	-12,2	Long terme (1990–2016)	
		2019	2 453			37	56
	2005	2018	4 096	-203	-5,0	Court terme (2005–2016)	
		2019	3 893				
	2016	2018	3 839	-15	-0,4	-6	-2
		2019	3 824				
Gestion des fumiers—émissions directes de N ₂ O	1990	2018	3 038	32	1,1	Long terme (1990–2016)	
		2019	3 070			15	11
	2005	2018	4 162	-52	-1,3	Court terme (2005–2016)	
		2019	4 109				
	2016	2018	3 490	-80	-2,3	-16	-17
		2019	3 410				
Gestion des fumiers—émissions indirectes de N ₂ O	1990	2018	775	-161	-20,8	Long terme (1990–2016)	
		2019	614			19	15
	2005	2018	1 078	-240	-22,2	Court terme (2005–2016)	
		2019	839				
	2016	2018	923	-215	-23,3	-14	-16
		2019	709				

mettre à jour l'échéancier des changements apportés à l'alimentation des bovins laitiers au cours des dernières années.

Une étude visant à caractériser la variabilité des stratégies de gestion des animaux dans différentes régions du Canada a été menée auprès d'experts canadiens de l'industrie du bœuf afin d'actualiser et d'améliorer le modèle de production bovine. À moyen terme, les résultats de cette étude seront analysés afin de tenter d'intégrer les nouveaux renseignements à la structure de calcul du niveau 2 du GIEC.

5.3. Gestion des fumiers (catégorie 3.B du CUPR)

Au Canada, les systèmes de gestion des fumiers (SGDA) habituellement utilisés dans l'élevage d'animaux sont 1) le stockage des liquides, 2) le stockage du fumier solide et du fumier sec et 3) les pâturages et enclos. Les SGDA comprennent aussi, dans une moindre mesure, d'autres méthodes comme le compostage et les biodigesteurs. Aucun fumier n'est brûlé comme combustible.

Du CH₄ et du N₂O sont libérés pendant la manutention ou le stockage des fumiers. L'ampleur des émissions dépend de la quantité de fumier manipulée, de ses propriétés et du type de SGDA utilisé. En général, les SGDA à faible aération émettent beaucoup de CH₄, mais relativement peu de N₂O, alors que les systèmes bien aérés émettent beaucoup de N₂O et relativement peu de CH₄.

Les pratiques de gestion des fumiers varient d'une région et d'une catégorie d'animaux à l'autre et au fil du temps. Les élevages laitier, avicole et porcin ont lieu dans des installations d'élevage modernes comptant une grande densité d'animaux. Depuis, 1990, l'industrie laitière a modifié ces pratiques d'entreposage du fumier, et de grandes installations dotées de systèmes de fumier liquide ont été remplacées par de petites installations équipées de systèmes de fumier solide. L'industrie porcine produit de grandes quantités de fumier liquide, et une utilisation accrue des systèmes de gestion du fumier liquide a été observée dans la production porcine depuis 1990, tandis que le fumier provenant de l'élevage avicole est principalement utilisé sous forme solide. Les fumiers de porcs et de volailles sont répandus sur des portions de terre limitées. L'élevage de bovins dans des parcs d'engraissement génère

de grands volumes de fumier sous forme sèche, tandis que les systèmes d'élevage en pâturage de faible densité pour les bovins génèrent un fumier largement dispersé dans les pâturages et les enclos. D'autres animaux, tels que les bisons, les chèvres, les chevaux, les lamas, les alpagas, les cerfs et les wapitis, les sangliers, les moutons ainsi que les mules et les ânes, sont généralement élevés dans des pâturages ou des installations de densité moyenne produisant principalement du fumier solide. Les animaux à fourrure produisent également du fumier solide.

5.3.1. Émissions de CH₄ imputables à la gestion des fumiers (catégorie 3.B [a] du CUPR)

5.3.1.1. Description de la catégorie de sources

Le processus de décomposition du fumier commence peu après son excrétion. Dans des conditions bien aérées, la décomposition est un procédé d'oxydation produisant du CO₂. Cependant, s'il y a peu d'oxygène, le carbone est réduit, ce qui entraîne la production de CH₄. La quantité de CH₄ produit varie en fonction des caractéristiques du fumier et du type de SGDA. Les caractéristiques du fumier sont quant à elles liées aux catégories d'animaux et à leur alimentation.

5.3.1.2. Questions de méthodologie

On calcule les émissions de méthane imputables à la gestion des fumiers pour chaque catégorie et sous-catégorie d'animaux en multipliant la population par le coefficient d'émissions correspondant (pour plus de détails sur la méthodologie, voir l'annexe 3.4). Les données sur les cheptels sont les mêmes que celles qui ont été utilisées pour estimer les émissions imputables à la fermentation entérique (section 5.2.2). Les coefficients d'émissions de méthane de la gestion des fumiers sont estimés à l'aide de la méthode de niveau 2 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2006).

Les paramètres de niveau 2 sont tirés des consultations d'experts décrites dans Boadi *et al.* (2004) et Marinier *et al.* (2004, 2005), ou des Lignes directrices 2006 du GIEC. On a utilisé, pour les bovins laitiers et les bovins de boucherie, le modèle de production animale de niveau 2 de Boadi *et al.* (2004) afin de calculer la

consommation d'énergie brute (EB). Cependant, pour les bovins laitiers et les porcs, certains paramètres du modèle ont été remplacés par des valeurs actualisées afin de mieux rendre compte des tendances liées aux pratiques en matière d'alimentation ou au poids des bêtes, comme le décrit l'annexe 3.4. En particulier, pour les bovins laitiers, l'énergie digestible (ED) des aliments est adaptée à l'alimentation des animaux et, pour les porcs, les solides volatils excrétés dans le fumier sont ajustés d'après les tendances liées à la modification du poids et au taux de croissance. La quantité de solides volatils (SV) a été estimée au moyen de l'équation 10.23 des Lignes directrices 2006 du GIEC et de l'équation de la teneur en cendres des fumiers de Marinier *et al.* (2004). Pour tous les autres animaux, on a utilisé les SV de Marinier *et al.* (2004) sur la base de la teneur en cendres et de l'énergie digestible fournies par des consultations d'experts. Les coefficients d'énergie urinaire (EU) ont été appliqués selon les Lignes directrices 2006 du GIEC. La quantité de SV pour les porcs a été corrigée en fonction de la masse animale, comme indiqué à l'annexe 3.4. Dans le cas des catégories des moutons et de la volaille, on a utilisé des paramètres différents pour les sous-catégories d'animaux en fonction de la taille des agneaux et des moutons adultes, ainsi que des dindons, des poulets à griller et des poules pondeuses de la catégorie des volailles.

Les coefficients d'émissions ont été établis en tenant compte du potentiel de production maximale de CH₄ (B₀), des facteurs de conversion de CH₄ (FCM) et de la proportion de fumier traité par les systèmes de gestion des déchets animaux. Pour les catégories d'espèces animales majeures autres que les bovins laitiers et les porcs, les facteurs de conversion de CH₄ sont tirés des Lignes directrices 2006 du GIEC et la proportion de fumier traité par les SGDA provient de Marinier *et al.* (2005) pour chaque province, et tiennent compte des différences régionales en ce qui a trait aux pratiques d'élevage et aux systèmes d'entreposage du fumier. Dans le cas des porcs et des bovins laitiers, une série chronologique relative à la gestion des fumiers a été établie de manière à assurer un suivi de l'évolution de la proportion de fumier traité par des sous-systèmes de gestion des déchets animaux avec et sans croûte et couverture. Les valeurs des FCM tirées des Lignes directrices 2006 du GIEC ont été attribuées aux sous-systèmes de gestion des déchets animaux, et un FCM pondéré a été calculé pour chaque SGDA en fonction de la proportion de fumier traité par chaque sous-système. Pour les espèces animales mineures

(les animaux à fourrure, les lapins, les cerfs et wapitis, les mules et les ânes), on a appliqué des coefficients d'émissions de niveau 1. La section A3.4.3.3 de l'annexe 3.4 présente une description plus approfondie du calcul de la répartition proportionnelle des SGDA.

L'augmentation des coefficients d'émissions pour les bovins de 1990 à 2017 (voir l'annexe 3.4.3) indique un apport énergétique brut supérieur pour les bovins laitiers en raison de changements dans l'alimentation, de caractéristiques propres au cheptel et d'une production laitière accrue. Plus importante encore, pour cette catégorie d'animaux, les coefficients d'émissions reflètent des tendances liées aux pratiques d'entreposage de fumiers, principalement le passage de systèmes de fumier solide à des systèmes de fumier liquide. Pour les bovins non laitiers, les changements sont attribuables à une modification du poids vif (voir la section 5.2.2). La modification des coefficients d'émissions propres aux porcs (voir l'annexe A3.4.3.6) pour les truies est liée au transfert de la production porcine de l'Est vers l'Ouest canadien et, pour les porcs en croissance, elle découle de l'augmentation des taux de croissance et du poids final des carcasses.

5.3.1.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

L'analyse de l'incertitude des émissions de méthane de sources agricoles, faite à l'aide de la technique de Monte-Carlo, comprenait les émissions de méthane attribuables à la gestion des fumiers. Cette analyse utilisait des estimations des paramètres et des distributions d'incertitudes tirées de Marinier *et al.* (2004) accompagnées d'informations provenant de Karimi-Zindashty *et al.* (2012), de même que des paramètres supplémentaires et mis à jour propres à l'analyse. Les détails de cette analyse se trouvent à la section A3.4.3.8 de l'annexe 3.4.

L'estimation des émissions de CH₄ dues à la gestion des fumiers en 2017, soit 3,9 Mt d'éq. CO₂, se situe dans une plage d'incertitude de -32 % à +27 % (Tableau 5-6). L'estimation des émissions dues à la gestion des fumiers en 1990, soit 2,5 Mt d'éq. CO₂, présente une plage d'incertitude légèrement supérieure, de -33 % à +38 %, attribuable à une plus grande incertitude liée au type de systèmes de gestion des fumiers utilisé en 1990. L'estimation d'une augmentation de 57 % de la moyenne des émissions entre 1990 et 2017 se situe dans une plage d'incertitude de +45 % à +66 %.

Tableau 5-6 Degré d'incertitude des estimations des émissions de CH₄ dues à la gestion des fumiers

Catégorie d'animaux	Source de l'incertitude		Valeur moyenne ¹	Prob. de 2,5 % ²	Prob. de 97,5 %
Bovins laitiers	Cheptel (1 000 têtes)		951	901 (-5,2 %)	1 000 (+5,2 %)
	Coefficient d'émission de niveau 2 (kg/tête/an)		38	15 (-60 %)	56 (+50 %)
	Émissions (Mt d'éq. CO ₂)		0,89	0,35 (-61 %)	1,34 (+50 %)
Bovins non laitiers	Cheptel (1 000 têtes)		11 084	10 885 (-1,8 %)	11 295 (+1,9 %)
	Coefficient d'émission de niveau 2 (kg/tête/an)		3,7	2,4 (-34 %)	6,0 (+62 %)
	Émissions (Mt d'éq. CO ₂)		1	0,7 (-34 %)	1,68 (+65 %)
Porcs	Cheptel (1 000 têtes)		14 245	13 860 (-2,7 %)	14 630 (+2,7 %)
	Coefficient d'émission de niveau 2 (kg/tête/an)		4,8	2,3 (-51 %)	6,8 (+43 %)
	Émissions (Mt d'éq. CO ₂)		1,7	0,8 (-51 %)	2,44 (+44 %)
Autres animaux	Émissions (Mt d'éq. CO ₂)		0,25	0,16 (-35 %)	0,29 (+15 %)
Émissions totales	Émissions (Mt d'éq. CO ₂)	1990	2,5	1,6 (-33 %)	3,4 (+38 %)
		2017	3,9	2,6 (-32 %)	4,9 (+27 %)
	Tendance	1990–2017	1,4 (+57 %)	1,1 (+45 %)	1,6 (+66 %)

Notes :

1. Valeur moyenne tirée de la base de données, à l'exception des données sous « Tendance », qui représentent la différence entre 1990 et 2017.

2. Les valeurs entre parenthèses représentent le pourcentage d'incertitude de la moyenne, à l'exception des données sous « Tendance », où les valeurs entre parenthèses représentent la variation en pourcentage entre 1990 et 2017.

Comme dans le cas de la fermentation entérique, la plus grande partie de l'incertitude dans l'estimation des émissions dues à la gestion des fumiers au Canada est liée au calcul du coefficient d'émissions. La limite supérieure de la plage d'incertitude entourant le coefficient d'émissions atteignait jusqu'à 110 % dans le cas des bovins laitiers. L'incertitude associée aux émissions concernait principalement l'utilisation de paramètres par défaut du GIEC dans la méthode de calcul de niveau 2, en particulier du facteur de correction du méthane (FCM), qui a été appliquée à toutes les régions du Canada et à tous les types d'animaux, et du potentiel maximal de production de méthane (B₀) (Karimi-Zindashty *et al.*, 2012). Aucune analyse de l'incertitude associée aux nouveaux modèles de bovins laitiers et de porcs n'a encore été réalisée, mais étant donné que le FCM contribue à l'incertitude associée à la gestion des fumiers, on ne croit pas que les changements apportés à ces modèles puissent avoir de grandes répercussions sur l'incertitude liée à la gestion des fumiers à l'échelle nationale. Cependant, l'ajout d'une série chronologique pour les SGDA des secteurs laitier et porcin pourrait jouer un rôle important en influant sur l'incertitude de la tendance des émissions liées à la gestion des fumiers.

La méthode et les paramètres utilisés dans le calcul des coefficients d'émissions sont conformes pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2017), à l'exception des données sur la production laitière des bovins laitiers et sur le poids des taureaux. La production laitière en Ontario et dans les provinces

de l'ouest, de 1990 à 1999, ainsi que le poids des carcasses des taureaux sont estimés de la manière décrite à la section 5.2.3.

5.3.1.4. AQ/CQ et vérification

Les émissions de méthane imputables à la gestion des fumiers ont fait l'objet de contrôles de qualité de niveau 1, tels qu'ils sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3 du chapitre 1), et ce, d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données d'activités et les méthodes sont documentées et archivées en format électronique. Les coefficients d'émissions de CH₄, selon la méthode de niveau 2 du GIEC pour les pratiques de gestion des fumiers de toutes les catégories animales, tirés de Marinier *et al.* (2004), ont été examinés par des experts indépendants (Patni et Desjardins, 2004). Ces documents ont été archivés en format électronique.

Les contrôles de la qualité de niveau 2 qui ont été réalisés à l'interne en 2010 et 2011 comprenaient une révision complète et un remaniement de la méthode de calcul, des données d'entrée ainsi qu'un examen et une compilation des études canadiennes sur la gestion des fumiers (MacDonald et Liang, 2011). Les paramètres de modélisation de niveau 2 du GIEC ne présentent aucun biais particulier attribuable à la grande variabilité des résultats de recherche et au manque de données à l'appui des recherches menées sur les installations de stockage des fumiers. Il n'existe aucune norme claire permettant de déterminer si les paramètres du GIEC conviennent à

l'estimation des émissions des systèmes de gestion des fumiers dans le contexte canadien. Pour améliorer la méthode actuelle de niveau 2, plus de recherches systématiques et détaillées doivent être menées au Canada. On trouve plus de précisions à ce sujet à la section A3.4.3.7 de l'annexe 3.4.

5.3.1.5. Recalculs

Les émissions de méthane attribuables à la gestion des fumiers ont été recalculées pour toutes les années (Tableau 5-5). La majeure partie de ces nouveaux calculs découle de changements apportés à la méthode d'estimation des émissions de la production porcine (voir l'annexe 3.4), bien que certains recalculs aient été faits en raison de révisions apportées aux données sur les activités pour les années 2012 à 2016 (Tableau 5-2). Ces recalculs se sont traduits par une diminution des émissions de 341 kt d'éq. CO₂ en 1990, de 203 kt d'éq. CO₂ en 2005 et de 15 kt d'éq. CO₂ en 2016. Ils ont également eu des répercussions à la fois sur la tendance à court terme, qui est passée d'une diminution de 6 % à une diminution de 2 %, et sur la tendance à long terme, qui est passée d'une hausse de 37 % à une hausse de 56 % (Tableau 5-5).

Les principaux facteurs de changement ont été le remplacement des facteurs de répartition fixes des SGDA pour les porcs par une série chronologique relative aux SGDA élaborée à l'aide des données d'enquête sur la gestion des fermes (voir l'annexe 3.4.3.3). De plus, l'utilisation de données sur la formation d'une croûte afin de modifier le FCM pour les systèmes de fumier liquide selon les valeurs contenues dans les Lignes directrices 2006 du GIEC a fait diminuer, dans l'ensemble, les estimations des émissions provenant des systèmes de fumier liquide. La tendance des émissions découle d'un changement continu des systèmes de gestion des fumiers de porcs et de bovins laitiers, qui sont passés de systèmes de fumier solide, dont le principal gaz à effet de serre rejeté est l'oxyde de diazote (N₂O), à des systèmes de fumier liquide, rejetant essentiellement des émissions de méthane.

5.3.1.6. Améliorations prévues

L'analyse du modèle de gestion des fumiers indique qu'il serait nécessaire d'améliorer les valeurs servant à déterminer la répartition des systèmes de gestion des déchets animaux d'après les enquêtes sur la gestion agroenvironnementale (EGA) de Statistique Canada.

Ces données, combinées à celles publiées récemment sur la gestion des animaux d'élevage (Sheppard *et al.*, 2009a, 2009b, 2010, 2011a, 2011b; Sheppard et Bittman 2011, 2012) peuvent avoir servi de base à l'élaboration d'une nouvelle série chronologique sur la gestion des fumiers pour les productions laitière et porcine au Canada, et on envisage d'entreprendre des travaux pour d'autres grandes catégories de bétail. On envisage également d'apporter d'autres améliorations à moyen terme aux paramètres utilisés pour le calcul des SV d'après les changements à l'alimentation des animaux.

5.3.2. Émissions de N₂O imputables à la gestion des fumiers (catégorie 3.B (b) du CUPR)

5.3.2.1. Description de la catégorie de sources

La production de N₂O au cours du stockage et du traitement des déjections animales survient durant la nitrification et la dénitrification de l'azote que contient le fumier. La nitrification est l'oxydation de l'ammonium (NH₄⁺) en nitrate (NO₃⁻), et la dénitrification est la réduction de NO₃⁻ en N₂O ou en N₂. Le fumier produit par les catégories Bovins non laitiers, Moutons et agneaux, Chèvres et chevaux, Cerfs et wapitis, Mules et ânes, Sangliers et Animaux à fourrure est manipulé principalement au moyen d'un système solide en parc d'élevage, lequel constitue le type de système de gestion des fumiers émettant les plus grandes quantités de N₂O. Les émissions d'oxyde de diazote imputables à l'urine et au fumier excrétés par les animaux au pâturage sont déclarées dans une catégorie distincte (voir la section 5.4.1.4).

5.3.2.2. Questions de méthodologie

Les émissions d'oxyde nitreux imputables à la gestion des fumiers sont estimées pour chaque catégorie d'animaux en multipliant la population d'animaux d'une catégorie donnée par le taux d'excrétion d'azote de ces animaux et par le coefficient d'émissions associé au système de gestion des déchets animaux.

Pour les bovins laitiers, l'excrétion d'azote est calculée au moyen de la méthode du bilan massique fournie par la méthodologie de niveau 2 du GIEC. L'ingestion d'azote est calculée en fonction de la consommation d'énergie brute (EB) et du pourcentage de protéines brutes dans

les aliments du bétail; la rétention d'azote est calculée au moyen des données sur la production laitière et le poids des bovins. L'excrétion d'azote correspond donc à la différence entre l'ingestion d'azote et la rétention d'azote. Les coefficients d'émissions de N₂O par défaut du GIEC sont attribués aux sous-systèmes de gestion des déchets animaux (voir l'annexe 3.4.3.3) et des coefficients d'émissions de N₂O pondérés sont élaborés en tenant compte de la proportion de fumier traité par chacun des sous-systèmes.

Pour les porcs, l'excrétion d'azote est calculée pour les animaux de marché et de reproduction au moyen de la méthode de niveau 1 du GIEC, avec une série chronologique relative à la masse animale propre au pays pour les porcs de marché. Les coefficients d'émissions de N₂O par défaut du GIEC sont attribués aux sous-systèmes de gestion des déchets animaux (voir l'annexe 3.4.3.3), et des coefficients d'émissions de N₂O pondérés relatifs aux SGDA sont élaborés en tenant compte de la proportion de fumier traité par chacun des sous-systèmes.

Pour toutes les autres catégories de bétail, l'excrétion d'azote est estimée au moyen de la méthodologie de niveau 1 du GIEC. Les taux d'excrétion annuels moyens des animaux domestiques sont tirés des Lignes directrices 2006 du GIEC.

Les données sur la caractérisation des animaux sont les mêmes que celles qui ont été utilisées pour les estimations relatives à la fermentation entérique (section 5.2) et pour les émissions de CH₄ imputables

à la gestion des fumiers (section 5.3.1). Les coefficients d'émissions par défaut pour un pays développé au climat frais, lesquels sont définis dans les Lignes directrices 2006 du GIEC, servent à estimer la quantité d'azote dans le fumier émise sous forme de N₂O pour chaque type de système de gestion des déchets animaux.

5.3.2.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Pour estimer les émissions de N₂O produites par des sources agricoles, on a effectué une analyse de l'incertitude au moyen de la technique de Monte-Carlo (Karimi-Zindashty *et al.*, 2014). L'incertitude associée aux paramètres définis dans la méthode de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC, relativement aux émissions de N₂O liées à la gestion des fumiers, et toutes les incertitudes relatives aux systèmes de gestion des déchets animaux, aux populations d'animaux et aux caractérisations étaient identiques à celles prises en compte dans l'analyse des émissions de CH₄ imputables à la fermentation entérique et à la gestion des fumiers définies aux sections 5.2.3 et 5.3.1.3. Les détails de cette analyse se trouvent à l'annexe 3.4, section A3.4.6.

L'estimation des émissions directes de N₂O imputables à la gestion des fumiers, qui était de 3,4 Mt d'éq. CO₂ pour 2017, se situe dans une plage d'incertitude de 1,9 Mt d'éq. CO₂ (-43 %) à 5,1 Mt d'éq. CO₂ (+51 %) (Tableau 5-7). La plus grande partie de l'incertitude

Tableau 5-7 Estimations de l'incertitude des émissions de N₂O attribuables à la gestion des fumiers et aux sols agricoles

Source des émissions		Valeur moyenne ¹	Prob. de 2,5 % ²	Prob. de 97,5 %
		Mt d'éq. CO ₂		
Gestion des fumiers	Émissions directes	3,4	1,9 (-43 %)	5,1 (+51 %)
	Émissions indirectes	0,71	0,28 (-60 %)	1,2 (+70 %)
Sols agricoles(N₂O)		25	16 (-36 %)	38 (+52 %)
Émissions directes de N ₂ O des sols agricoles			15 (-28 %)	28 (+34 %)
	Engrais azotés inorganiques	12	7,6 (-35 %)	17 (+43 %)
	Fumiers épandus sur les sols	2,3	1,5 (-33 %)	3,2 (+41 %)
	Résidus de culture	6,5	4,2 (-35 %)	9,4 (+45 %)
	Travail des sols organiques	0,061	0,013 (-79 %)	0,12 (+96 %)
	Minéralisation associée à la déperdition de matière organique du sol	0,87	0,57 (-35 %)	1,3 (+45 %)
	Urine et fumier laissés au sol par les animaux au pâturage	0,2	0,081 (-60 %)	0,36 (+75 %)
	Immobilisation/minéralisation de l'azote des sols	-0,74	-0,41 (-44 %)	-1,1 (+55 %)
Émissions indirectes de N ₂ O des sols agricoles			1,7 (-60 %)	7,2 (+70 %)
	Dépôt atmosphérique	1,2	0,31 (-75 %)	2,6 (+110 %)
	Lessivage et ruissellement	3	0,61 (-80 %)	6,1 (+100 %)

Notes :

1. Valeur moyenne tirée de la base de données,

2. Les valeurs entre parenthèses représentent le pourcentage d'incertitude de la moyenne.

est associée au coefficient d'émissions de niveau 1 du GIEC (incertitude de +/-100 %). L'analyse de l'incertitude initiale était limitée par la taille du modèle d'émissions de N₂O et ne visait qu'à fournir des estimations fiables de l'incertitude pour les catégories de sources d'émission, et une analyse de sensibilité de base. Une analyse complète de l'incertitude de la tendance n'a pas encore été effectuée en raison des capacités informatiques restreintes. Une analyse de l'incertitude des nouveaux modèles de bovins laitiers et de porcs n'a pas non plus encore été réalisée.

La même méthodologie, les mêmes coefficients d'émissions et les mêmes sources de données ont été utilisés pour l'ensemble de la série chronologique (1990–2017).

5.3.2.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1 qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, la méthodologie et les changements apportés aux méthodologies sont illustrés et archivés sous format papier et électronique. Les processus et les paramètres de calcul ont fait l'objet d'un contrôle complet de la qualité de niveau 2 lors de la reconstitution de la base de données sur les émissions de N₂O dans le domaine de l'agriculture.

Peu de données ont été publiées par rapport aux émissions de N₂O dues à la gestion et au stockage du fumier au Canada, ou dans les régions où les pratiques et les conditions climatiques sont comparables à celles du Canada. Des études canadiennes plus normalisées et détaillées sont nécessaires pour améliorer les méthodes actuelles.

5.3.2.5. Recalculs

Les émissions directes de N₂O attribuables à la gestion des fumiers ont fait l'objet de nouveaux calculs pour toutes les années (Tableau 5–5) en raison de changements apportés à la méthode d'estimation des émissions provenant de la production porcine. Les principaux facteurs de changements étaient :

1) l'ajout d'une nouvelle série chronologique relative à l'excrétion d'azote par les porcs, ce qui a augmenté les émissions des porcs de marché et leur poids corporel (voir l'annexe 3.4.4); 2) l'élaboration d'une série chronologique pour les facteurs de distribution

des SGDA, ce qui a donné une tendance à la baisse de l'utilisation des systèmes d'entreposage de fumier solide qui sont associés aux émissions de N₂O (voir l'annexe 3.4.3); 3) le remplacement des coefficients d'émissions de N₂O fixes par les coefficients d'émissions de N₂O du GIEC pour chaque réservoir de fumier (selon les données ventilées) de la série chronologique pour les SGDA.

L'incidence nette de ces changements a été une augmentation de 32 kt d'éq. CO₂ en 1990 ainsi que des diminutions de 52 kt d'éq. CO₂ en 2005 et de 82 kt d'éq. CO₂ en 2016. Les nouveaux calculs ont modifié la tendance à court terme, qui est passée de -16 % à -17 %, et la tendance à long terme, qui est passée de +15 % à +11 % (Tableau 5–5).

5.3.2.6. Améliorations prévues

Au Canada, il existe peu de données sur les mesures directes des émissions de N₂O dues à la gestion des fumiers. Grâce aux récents progrès de la science par rapport aux techniques analytiques, on peut désormais mesurer directement les émissions de N₂O à partir de sources ponctuelles. Toutefois, il faudra sans doute plusieurs années avant que les émissions de N₂O des divers systèmes de gestion des fumiers au Canada puissent être mesurées et vérifiées de façon fiable.

Comme il a été mentionné à la section 5.3.1.6, l'utilisation de la série chronologique pour les SGDA est la principale source d'améliorations pour cette source d'émissions. Les améliorations touchant les bovins laitiers et les porcs ont été apportées à la lumière des enquêtes de gestion agroenvironnementale menées par Statistique Canada, et des plans sont en place pour incorporer cette analyse à d'autres catégories de bétail.

De plus, comme il a été mentionné à la section 5.2.6, des données ont été recueillies dans le but d'établir une série chronologique qui tiendrait compte des changements apportés à l'alimentation des animaux et des taux d'excrétion d'azote propres au pays. Ces données ont été intégrées pour ce qui est des bovins laitiers, mais une analyse semblable doit toujours être réalisée pour les porcs. Pour certaines autres catégories de bétail, les changements seront apportés à moyen terme.

D'autres analyses seront menées afin d'établir l'incertitude de la tendance et de prendre en considération les modifications apportées aux modèles de bétail à moyen terme.

5.3.3. Émissions indirectes de N₂O imputables à la gestion des fumiers (catégorie 3.B (c) du CUPR)

5.3.3.1. Description de la catégorie de sources

Les émissions de N₂O imputables à la gestion des fumiers peuvent aussi être générées indirectement par la volatilisation de NH₃ et du lessivage d'azote au cours de l'entreposage et de la manutention du fumier. Une fraction de l'azote contenu dans le fumier entreposé est transportée hors site par volatilisation sous forme de NH₃ et de NO_x ainsi que par dépôt ultérieur. De plus, le fumier solide exposé à la pluie sera plus propice à libérer de l'azote par lessivage et ruissellement. On suppose que l'azote transporté d'un site d'entreposage de fumier de cette façon subit ultérieurement une nitrification et une dénitrification ailleurs dans l'environnement, ce qui produit du N₂O.

5.3.3.2. Questions de méthodologie

Les émissions indirectes de N₂O imputables à la gestion des fumiers sont estimées en appliquant un facteur de perte d'azote à la quantité d'azote provenant du fumier traité par chaque SGDA, puis le résultat est multiplié par un coefficient d'émissions de N₂O. Dans le présent rapport, le calcul des facteurs de perte d'azote est différent pour les bovins laitiers et les porcs qu'il ne l'est pour d'autres catégories de bétail.

Dans le cas des bovins laitiers et des porcs, on estime la quantité d'azote provenant du fumier susceptible de diminuer en raison des pertes dues au lessivage et à la volatilisation de NH₃ et des NO_x pendant l'entreposage au moyen de la version révisée du modèle canadien d'émissions de NH₃ (Sheppard *et al.* 2010; Sheppard *et al.* 2011b; Chai *et al.* 2016), afin d'établir des facteurs de perte d'azote propres aux écorégions selon le type d'animal et le système de gestion des fumiers.

Quant à l'ensemble des autres catégories de bétail, on utilise les valeurs par défaut des Lignes directrices 2006 du GIEC pour calculer la quantité d'azote provenant du fumier qui est susceptible de diminuer en raison des pertes par volatilisation de NH₃ pendant l'entreposage, pour chaque type d'animal et chaque système de gestion du fumier. Les pertes dues au lessivage ne sont pas estimées,

car il n'existe aucun facteur de perte due au lessivage propre au pays.

Les coefficients d'émissions de N₂O associés à la volatilisation de NH₃ et au lessivage d'azote au cours de l'entreposage et de la manutention du fumier sont tirés des Lignes directrices 2006 du GIEC, pour toutes les catégories de bétail.

5.3.3.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Aucune analyse d'incertitude complète reposant sur la technique Monte-Carlo n'a été effectuée pour estimer les émissions indirectes de N₂O imputables à la gestion des fumiers. La plupart des quantités incertaines associées aux populations d'animaux d'élevage, aux taux d'excrétion d'azote du fumier, aux systèmes de gestion des déchets animaux, aux fractions de lessivage d'azote et à la volatilisation de NH₃ ainsi que les coefficients d'émissions indirectes de N₂O sont disponibles, mais ne peuvent pas être appliqués au présent rapport. L'incertitude est censée être équivalente à l'incertitude associée aux émissions indirectes imputables aux sols agricoles.

On a utilisé la même méthodologie, les mêmes coefficients d'émissions et les mêmes sources de données pour l'ensemble de la série chronologique (1990–2017).

5.3.3.4. AQ/CQ et vérification

Ces catégories ont été soumises à des contrôles de qualité de niveau 1 qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. De plus, les données sur les activités, les méthodes et les changements sont illustrés et archivés sous format papier et électronique.

5.3.3.5. Recalculs

Les émissions indirectes de N₂O imputables à la gestion des fumiers ont fait l'objet de recalculs en raison des éléments suivants : 1) le remplacement des facteurs fixes de perte d'azote à l'échelle nationale établis par le GIEC pour les porcs par une série chronologique de facteurs de perte d'azote propres aux écorégions fondée sur des recherches canadiennes; 2) le remplacement des fractions fixes des SGDA par une série chronologique montrant une tendance à la

hausse pour ce qui est de la proportion de fumier de porcs traitée par les systèmes d'entreposage du fumier liquide (annexe 3.4.3); 3) l'ajout des taux d'excrétion d'azote par les porcs calculés pour les sous-catégories et prenant en considération les changements de la masse animale type des porcs de marché.

L'incidence nette des recalculs est une baisse d'émissions de 161 kt d'éq. CO₂ en 1990, de 240 kt d'éq. CO₂ en 2005 et de 215 kt d'éq. CO₂ en 2016. Les recalculs ont fait légèrement baisser la tendance des émissions à court terme, qui est passée de -14 % à -16 %, et ont modifié la tendance à long terme, qui est passée de +19 % à +15 %.

5.3.3.6. Améliorations prévues

Comme il a été mentionné à la section 5.3.1.6, les fractions d'azote perdues par volatilisation de NH₃ et les coefficients de lessivage d'azote établis par sous-catégorie de bétail et par SGDA ont été appliqués aux bovins laitiers et aux porcs, et des coefficients d'émissions similaires ont été élaborés pour les bovins de boucherie. À moyen terme, les paramètres de niveau 2 pour les bovins non laitiers seront examinés et révisés au besoin d'après les données les plus récentes.

5.4. Émissions de N₂O attribuables aux sols agricoles (catégorie 3.D du CUPR)

Les émissions de N₂O attribuables aux sols agricoles consistent en des émissions directes et indirectes. Les émissions de N₂O imputables aux apports anthropiques d'azote proviennent directement des sols auxquels l'azote est ajouté de même que de sources indirectes. Les changements de pratiques de gestion et de rotation des cultures, comme la jachère, le travail du sol et l'irrigation, ont une incidence sur les émissions directes de N₂O en modifiant les taux de minéralisation de l'azote organique, la nitrification et la dénitrification. Les émissions indirectes proviennent de deux sources : (i) la volatilisation de l'azote des engrais inorganiques et du fumier épandus dans les champs en NH₃ et NO_x et son dépôt subséquent en dehors des sites; (ii) le lessivage et le ruissellement d'engrais inorganique, de fumier et de résidus de culture renfermant de l'azote.

5.4.1. Émissions directes de N₂O provenant de terres aménagées (catégorie 3.D.1 du CUPR)

Les sources directes de N₂O dans les sols sont l'épandage d'engrais azotés inorganiques et le fumier, les résidus de culture en décomposition, les pertes de matière organique du sol par la minéralisation et la culture des sols organiques. De plus, le Canada déclare également trois sources d'émissions et d'absorptions propres au pays : pratiques de travail du sol, jachère et irrigation. On estime les absorptions et les émissions associées à ces sources à partir des données sur l'azote provenant de l'épandage d'engrais azotés inorganiques, du fumier et de l'azote des résidus de culture.

5.4.1.1. Engrais azotés inorganiques

5.4.1.1.1. Description de la catégorie de sources

Les engrais inorganiques ajoutent de grandes quantités d'azote aux sols agricoles. Cet azote supplémentaire subit des transformations, notamment la nitrification et la dénitrification, qui peuvent émettre du N₂O. Les coefficients d'émissions dus à l'épandage d'engrais dépendent de nombreux facteurs, comme les types de cultures, les types de sols, le climat et d'autres conditions ambiantes (Gregorich *et al.*, 2005; Rochette *et al.*, 2008b).

5.4.1.1.2. Questions de méthodologie

Le Canada a conçu une méthode de niveau 2 propre au pays pour estimer les émissions de N₂O imputables à l'épandage d'engrais azotés inorganiques sur les sols agricoles, laquelle tient compte des régimes d'humidité et des conditions topographiques. Les émissions de N₂O sont estimées pour chaque écodistrict, puis mises à l'échelle provinciale et nationale. La quantité d'azote épandue sur les terres est estimée à partir des données sur les ventes annuelles d'engrais. On pose l'hypothèse que tous les engrais azotés inorganiques vendus par les détaillants sont utilisés pour des cultures agricoles au Canada. La quantité d'engrais utilisée pour les forêts est considérée comme minime. On trouve à l'annexe 3.4 plus de précisions sur la méthode d'inventaire.

5.4.1.1.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

L'analyse, au moyen de la technique de Monte-Carlo, de l'incertitude associée à la méthodologie utilisée pour estimer les émissions de N_2O des sources agricoles mentionnées à la section 5.3.2.3, incluait l'ensemble des émissions directes et indirectes des sols (Tableau 5-7). Pour les émissions de N_2O attribuables aux engrais, l'analyse a tenu compte du degré d'incertitude des paramètres définis dans la méthode propre à chaque pays (Rochette *et al.*, 2008b) qui a servi à établir les coefficients d'émissions de N_2O , du degré d'incertitude des ventes d'engrais à l'échelle des provinces et du degré d'incertitude des surfaces cultivées et de la production à l'échelle de l'écodistrict.

L'estimation des émissions de N_2O issues de l'épandage d'engrais sur les terres agricoles, qui est de 12 Mt d'éq. CO_2 pour 2017, se situe dans une plage d'incertitude de 7,6 Mt d'éq. CO_2 (-35 %) à 17 Mt d'éq. CO_2 (+43 %) (Tableau 5-7). La principale source d'incertitude dans le calcul est associée aux paramètres (pente et point d'intersection) de l'équation de régression établissant un rapport entre les coefficients d'émissions et le rapport précipitations/évapotranspiration potentielle (P/PE).

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émissions pour l'ensemble de la série chronologique (1990–2017).

5.4.1.1.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1, qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

Tandis que Statistique Canada procède à des vérifications de CQ avant la publication de données sur la consommation d'engrais azotés inorganiques, la Division des Inventaires et rapports sur les polluants d'Environnement et Changement climatique Canada procède à ses propres vérifications de CQ de niveau 2 au moyen de registres historiques et de consultations avec les industries agricoles régionales et provinciales.

Les émissions de N_2O imputables à l'épandage d'engrais azotés inorganiques sur les sols agricoles au Canada varient en fonction des sites, mais on note une concordance étroite entre le coefficient d'émissions par défaut de 1 % du GIEC (GIEC, 2006) et le coefficient d'émissions de 1,2 % fondé sur des mesures prises dans l'est du Canada, à l'exclusion des émissions pendant la période du dégel printanier (Gregorich *et al.*, 2005; Desjardins *et al.* 2010).

5.4.1.1.5. Recalculs

Il n'y a eu aucun changement dans les données sur les activités touchant l'utilisation d'engrais azotés inorganiques ou les coefficients d'émissions de N_2O par écodistrict. Cependant, il y a eu des changements dans les taux d'azote organique excrété par les porcs et dans les populations d'autres catégories de bétail entre 2012 et 2016 en raison de révisions résultant des données du Recensement de l'agriculture de 2016. En outre, des modifications ont été apportées à la répartition de l'azote du fumier entre les cultures pérennes et annuelles. La modification des quantités d'azote organique entraîne une redistribution spatiale de l'azote inorganique et, par conséquent, un recalcul des émissions de N_2O provenant des engrais azotés inorganiques.

Les recalculs associés aux engrais azotés inorganiques attribuables à la modification des quantités d'engrais organiques ont entraîné une diminution des émissions de 2 kt d'éq. CO_2 en 1990, de 3 kt d'éq. CO_2 en 2005 et de 34 kt d'éq. CO_2 en 2016. Dans l'ensemble, les recalculs ont diminué la tendance des émissions à long terme, qui est passée de +96 % à +95 %, ainsi que la tendance des émissions à court terme, qui est passée de +63 % à +62 %.

5.4.1.1.6. Améliorations prévues

On procède actuellement à un regroupement depuis 1990 des données sur les flux de N_2O du sol, provenant principalement d'études publiées, pour cerner les principaux facteurs (propriétés du sol, conditions climatiques, pratiques de gestion, etc.) déterminant les émissions de N_2O des sols agricoles au Canada et pour réévaluer la relation empirique qui existe entre les coefficients d'émissions de N_2O et les précipitations et l'évapotranspiration potentielle en saison de croissance.

5.4.1.2. Fumier épandu aux sols

5.4.1.2.1. Description de la catégorie de sources

L'épandage de fumier animal comme engrais sur les sols peut accroître le rythme de nitrification et de dénitrification et provoquer une augmentation des émissions de N_2O des sols agricoles. Les émissions de cette catégorie englobent tout le fumier géré sous forme sèche, liquide et par d'autres systèmes de gestion de déchets animaux.

5.4.1.2.2. Questions de méthodologie

Comme dans le cas des émissions dues aux engrais azotés inorganiques, la méthode qui sert à estimer les émissions de N_2O produites par le fumier appliqué aux sols agricoles est une méthode de niveau 2 du GIEC propre à chaque pays, qui tient compte des régimes d'humidité (comme l'augmentation des précipitations saisonnières à long terme et l'évapotranspiration potentielle), ainsi que des conditions topographiques. Pour calculer les émissions, on multiplie le volume d'azote du fumier épandu sur les sols agricoles par un coefficient d'émissions, pour chaque écodistrict, et ces résultats sont additionnés à l'échelle provinciale et nationale. Tout le fumier traité par les SGDA, à l'exception de l'urine et du fumier excrétés par les animaux au pâturage, est censé être épandu ensuite sur les sols agricoles après que les pertes d'azote pendant l'entreposage ont été prises en considération.

5.4.1.2.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

L'analyse de l'incertitude associée aux émissions de N_2O attribuables à l'épandage de fumier a tenu compte du degré d'incertitude des paramètres utilisés pour estimer l'azote des fumiers, dont il est fait mention à la section 5.3.2.3, et de l'incertitude définie dans la méthode propre à chaque pays (Rochette *et al.*, 2008b) qui a servi à établir les coefficients d'émissions de N_2O , comme il est indiqué à la section 5.4.1.1.3.

L'estimation des émissions de N_2O provenant de l'épandage de fumier des animaux d'élevage au Canada, qui est de 2,3 Mt d'éq. CO_2 pour 2017, se situe dans une plage d'incertitude de 1,5 Mt d'éq. CO_2 (-33 %) à 3,2 Mt d'éq. CO_2 (+41 %) (Tableau 5-7). Parmi les principales sources d'incertitude relativement

au calcul d'émissions issues du fumier, il y a la pente de l'équation de régression établissant le rapport P/PE pour l'estimation des coefficients d'émissions de N_2O , les taux d'excrétion d'azote des animaux et les corrections du coefficient d'émissions tenant compte de la texture du sol (CR_{TEXTURE}) et du travail du sol ($CR_{\text{TRAVAILDUSOL}}$).

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émissions pour l'ensemble de la série chronologique (1990–2017).

5.4.1.2.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1, qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

5.4.1.2.5. Recalculs

Le changement apporté au modèle de porcs, mentionné à la section 5.3, a modifié le taux d'excrétion d'azote dans le fumier et la perte estimée pendant l'entreposage pour les porcs et, par conséquent, les émissions de N_2O du sol provenant de l'épandage de fumier contenant de l'azote sur les sols.

Ces nouveaux calculs ont conduit à une augmentation des émissions de 57 kt d'éq. CO_2 en 1990, de 106 kt d'éq. CO_2 en 2005 et de 151 kt d'éq. CO_2 en 2016 (un changement relatif de 2,9 % à 7,1 %) (Tableau 5-8). Ces recalculs ont fait augmenter la tendance des émissions à long terme, qui est passée de +9 % à +13 % entre 1990 et 2016, et fait baisser la tendance des émissions à court terme, qui est passée de -10 % à -8 % entre 2005 et 2016.

5.4.1.2.6. Améliorations prévues

En regroupant les données d'études publiées sur les flux de N_2O des sols, le Canada entend différencier les coefficients d'émissions de N_2O selon les sources de N organique et inorganique. D'autres travaux visant à établir l'incertitude de la tendance à moyen terme seront menés.

Tableau 5–8 Recalculs des estimations des émissions de N₂O et leur incidence sur les tendances des émissions attribuables à l'épandage d'engrais et de fumiers, à la décomposition des résidus de culture et à l'urine et au fumier laissés au sol par les animaux au pâturage

Source d'émission	Année	Année de rapport	Émissions de la catégorie (kt d'éq. CO ₂)	Changement dans les émissions (kt d'éq. CO ₂)	Variation relative des émissions de la catégorie (%)	Ancienne tendance (%)	Nouvelle tendance (%)
Engrais azotés inorganiques	1990	2018	5 723	-2	0,0	Long terme (1990–2016)	
		2019	5 721			96	95
	2005	2018	6 895	-3	0,0	Court terme (2005–2016)	
		2019	6 891			63	62
	2016	2018	11 205	-34	-0,3		
		2019	11 171				
Fumiers épandus sur les sols	1990	2018	1 952	57	2,9	Long terme (1990–2016)	
		2019	2 009			9	13
	2005	2018	2 362	106	4,5	Court terme (2005–2016)	
		2019	2 467			-10	-8
	2016	2018	2 126	151	7,1		
		2019	2 277				
Décomposition des résidus agricoles	1990	2018	4 534	-119	-2,6	Long terme (1990–2016)	
		2019	4 415			43	47
	2005	2018	4 986	-135	-2,7	Court terme (2005–2016)	
		2019	4 852			30	34
	2016	2018	6 469	40	0,6		
		2019	6 509				
Urine et fumier laissés au sol par les animaux au pâturage	1990	2018	224	0	0,0	Long terme (1990–2016)	
		2019	224			-4	-9
	2005	2018	258	0	0,0	Court terme (2005–2016)	
		2019	258			-16	-21
	2016	2018	216	-11	-5,3		
		2019	205				

5.4.1.3. Résidus de culture (catégorie 3.D.1.4 du CUPR)

5.4.1.3.1. Description de la catégorie de sources

Au moment de la récolte, une partie de la matière végétale est laissée sur le champ où elle se décompose. La matière végétale restante est une source d'azote qui subit une nitrification et une dénitrification, et qui peut donc contribuer à la production de N₂O.

5.4.1.3.2. Questions de méthodologie

Pour estimer les émissions de N₂O, on utilise la méthode de niveau 2 du GIEC; ainsi, on prend la quantité d'azote que contiennent les résidus de culture et on la multiplie par le coefficient d'émissions au niveau de l'écodistrict avant de la porter aux échelles provinciale et nationale. La quantité d'azote contenue dans les résidus de culture des végétaux qui fixent ou non

l'azote est estimée à partir des caractéristiques de culture propres au pays (Janzen *et al.*, 2003). Les coefficients d'émissions sont déterminés selon la même démarche que pour l'application des engrais azotés inorganiques, selon les régimes d'humidité et les conditions topographiques.

5.4.1.3.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

L'analyse de l'incertitude associée aux émissions de N₂O attribuables à la décomposition des résidus de culture a tenu compte de l'incertitude associée aux cultures ainsi que de l'incertitude définie dans la méthode propre à chaque pays (Rochette *et al.*, 2008b) qui a servi à établir les coefficients d'émissions de N₂O, comme il est indiqué à la section 5.4.1.1.3.

L'estimation des émissions de N₂O issues de la décomposition de résidus de culture, qui est de 6,5 Mt d'éq. CO₂ pour 2017, se situe dans une plage d'incertitude de 4,2 Mt d'éq. CO₂ (-35 %) à 9,4 Mt d'éq. CO₂ (+45 %) (Tableau 5–7). Parmi les principales

sources d'incertitude relativement au calcul d'émissions issues de la décomposition des résidus de culture, il y a la pente de l'équation de régression établissant le rapport P/PE pour l'estimation des coefficients d'émissions de N₂O et les corrections du coefficient d'émissions tenant compte de la texture du sol (CR_{TEXTURE}) et du travail du sol (CR_{TRAVAILDUSOL}).

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émissions pour l'ensemble de la série chronologique (1990–2017).

5.4.1.3.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1, qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

5.4.1.3.5. Recalculs

De nouveaux calculs ont été effectués à la suite de la mise à jour des données sur les activités associées aux cultures agricoles pour toutes les années dans un but d'harmonisation avec les données des enquêtes sur les cultures les plus récentes de Statistique Canada. L'ensemble de la série chronologique a donc fait l'objet de révisions. Pour la période allant de 2012 à 2016, les révisions tenaient également compte des données mises à jour concernant les superficies cultivées en raison de l'intégration dans le système de calcul des renseignements pour 2012 à 2016 provenant du Recensement de l'agriculture de 2016. Les émissions ont diminué de 119 kt d'éq. CO₂ en 1990 et de 135 kt d'éq. CO₂ en 2005, et elles ont augmenté de 40 kt d'éq. CO₂ en 2016. En raison de ces changements, la tendance des émissions à long terme est passée d'une hausse de 43 % à une hausse de 47 %, et la tendance à court terme est passée d'une hausse de 30 % à une hausse de 34 %.

5.4.1.3.6. Améliorations prévues

En regroupant les données d'études publiées sur les flux de N₂O des sols, le Canada entend différencier les coefficients d'émissions de N₂O selon les sources de N organique et inorganique. D'autres analyses seront menées, à moyen terme, afin de refléter les plus récents changements dans le modèle d'émissions des sols agricoles et d'établir l'incertitude de la tendance.

5.4.1.4. Urine et fumier excrétés par les animaux au pâturage (catégorie 3.D.1.3 du CUPR)

5.4.1.4.1. Description de la catégorie de sources

Lorsque de l'urine et du fumier sont excrétés par les animaux au pâturage, l'azote du fumier subit des transformations comme l'ammonification, la nitrification et la dénitrification. Ces processus de transformation peuvent entraîner le rejet de N₂O.

5.4.1.4.2. Questions de méthodologie

Les émissions de N₂O issues de déjections laissées par les animaux au pâturage sont calculées au moyen d'une méthode de niveau 2 du GIEC propre à chaque pays et dérivée des mesures de l'écoulement des champs (Rochette *et al.*, 2014; Lemke *et al.*, 2012). Les détails de ces nouveaux coefficients d'émissions se trouvent à la section A3.4.5 de l'annexe 3.4. On calcule les émissions pour chaque catégorie animale en multipliant le nombre d'animaux au pâturage par le taux approprié d'excrétion d'azote et par la fraction d'azote du fumier disponible pour la conversion en N₂O.

5.4.1.4.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

L'incertitude des nouvelles estimations d'émissions de N₂O associées à l'urine et au fumier excrétés par les animaux au pâturage ont été calculées à partir de la précédente analyse d'incertitude en se servant des paramètres et des distributions d'incertitude établis dans la méthodologie de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC, à l'exception des nouveaux coefficients d'émissions. Les populations d'animaux et la proportion d'animaux sur les réseaux de pâturage et leurs caractéristiques étaient identiques à celles utilisées dans l'analyse de CH₄ de la fermentation entérique et de la gestion des fumiers établies aux sections 5.2.3 et 5.3.1.3.

Conformément à ces suppositions, l'estimation des émissions de N₂O de 0,2 Mt d'éq. CO₂ attribuables aux animaux d'élevage canadien au pâturage pour 2017 se situe dans une plage d'incertitude de 0,081 Mt d'éq. CO₂ (-60 %) à 0,36 Mt d'éq. CO₂ (+75 %) (Tableau 5-7).

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émissions pour l'ensemble de la série chronologique (1990–2017).

5.4.1.4.4. AQ/CQ et vérification

Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique. Des contrôles de la qualité et des contre-vérifications ont été effectués pour déceler les erreurs de saisie des données et de calcul.

5.4.1.4.5. Recalculs

La révision des données sur les activités liées au bétail en raison de l'intégration des renseignements provenant du Recensement de l'agriculture de 2016 (voir la section 5.1) a modifié la quantité d'azote excrété dans le fumier par les animaux au pâturage, et, par le fait même, a eu une incidence sur les émissions de N_2O du sol provenant de l'urine et du fumier des animaux au pâturage.

Les recalculs totaux n'ont donné lieu à aucune modification des émissions en 1990 et en 2005, mais ont entraîné une diminution des émissions de 11 kt d'éq. CO_2 en 2016 (-5 %). Ces recalculs ont modifié la tendance des émissions, qui est passée de -4 % à -9 % à long terme (1990–2016) et de -16 % à -21 % à court terme (2005–2016) (Tableau 5–8).

5.4.1.4.6. Améliorations prévues

On n'envisage pas pour l'instant d'améliorer les estimations des émissions au sujet de cette source. Des travaux supplémentaires en matière d'incertitude seront effectués pour tenir compte des changements apportés au modèle PRP et pour établir la tendance d'incertitude à moyen terme.

5.4.1.5. Minéralisation liée à la déperdition de la matière organique du sol (catégorie 3.D.1.5 du CUPR)

5.4.1.5.1. Description de la catégorie de sources

Les pertes de carbone dans le sol dues aux changements apportés aux pratiques de gestion des terres sont abordées dans le secteur de l'ATCATF (chapitre 6), dans la catégorie des Terres cultivées. Néanmoins, la minéralisation de l'azote

qui accompagne les pertes de carbone organique dans le sol contribue au bilan azoté global des terres agricoles. Lorsqu'il est sous forme inorganique, cet azote a tendance à s'échapper sous forme de N_2O durant la nitrification ou la dénitrification. Il faut donc tenir compte de cet azote en raison de son rôle dans les émissions de N_2O du sol.

5.4.1.5.2. Questions de méthodologie

Pour estimer les émissions de N_2O , on utilise la méthode de niveau 2 du GIEC : on prend la quantité d'azote dans la matière organique du sol qui est perdue en raison des changements apportés aux pratiques de gestion des terres cultivées, puis on la multiplie par le coefficient d'émissions au niveau de l'écodistrict avant de la porter aux échelles provinciale et nationale.

La valeur des pertes de carbone organique du sol au niveau de l'écodistrict entre 1990 et 2017 est tirée du carbone déclaré pour la catégorie des Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé du secteur ATCATF, en excluant l'effet de la conversion des terres forestières en terres cultivées après 20 ans (c'est-à-dire, pour les émissions de N_2O dues à des perturbations : les Terres forestières converties en terres cultivées sont déjà déclarées dans le secteur de l'ATCATF), de la biomasse aérienne de vivaces et de la culture d'histosols. On s'est servi d'un ensemble de données montrant les valeurs de carbone organique du sol et d'azote pour les principaux sols de Saskatchewan afin de calculer un ratio C:N moyen pour les sols de terres cultivées. Les coefficients d'émissions de N_2O du sol par écodistrict (CE_{BASE}) sont les mêmes que ceux qui servent à l'estimation des émissions attribuables aux applications d'engrais inorganiques, aux déjections animales utilisées comme engrais et à la décomposition des résidus de culture. Les coefficients d'émissions dépendent des données sur les précipitations et l'évapotranspiration potentielle de chaque écodistrict qui connaît une minéralisation du carbone.

5.4.1.5.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Les paramètres d'incertitude reposent sur l'écart-type de la base de données sur le sol, les estimations d'incertitude quant aux pertes de carbone et l'incertitude relative aux coefficients d'émissions par écodistrict. L'incidence sur l'incertitude relative aux sols agricoles sera réévaluée lors de la prochaine série d'évaluations complètes de l'incertitude, au moment

de leur renouvellement. Compte tenu de sa faible contribution aux émissions totales, cette source n'aura probablement aucun effet sur l'incertitude générale relative aux émissions. À l'heure actuelle, on pense que les estimations d'incertitude dans cette catégorie sont les mêmes que pour les émissions attribuables à la décomposition des résidus de culture.

5.4.1.5.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1, qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

5.4.1.5.5. Recalculs

La révision des données sur les activités pour les pratiques de gestion (voir la section 5.1) a modifié la quantité de matière organique du sol et, par conséquent, la quantité totale d'azote perdu.

Les recalculs ont entraîné une légère baisse des émissions de 3 kt d'éq. CO₂ en 1990, de 14 kt d'éq. CO₂ en 2005 et de 19 kt d'éq. CO₂ en 2016. La tendance des émissions à long terme a connu une augmentation, passant de 62 % à 67 %, tout comme la tendance à court terme, de 56 % à 64 %.

5.4.1.5.6. Améliorations prévues

En regroupant les données d'études publiées sur les flux de N₂O des sols, le Canada entend différencier les coefficients d'émissions de N₂O selon les sources d'azote organique et inorganique. Le degré d'incertitude lié à cette catégorie sera calculé lors de la prochaine série d'analyses d'incertitude.

5.4.1.6. Travail des sols organiques (catégorie 3.D.1.6 du CUPR)

5.4.1.6.1. Description de la catégorie de sources

Le travail des sols organiques (histosols) pour les cultures agricoles fait généralement intervenir le drainage et l'abaissement de la nappe phréatique et l'augmentation de l'aération, ce qui accélère la décomposition de la matière organique et la

minéralisation de l'azote. L'amélioration de la décomposition avec la culture d'histosols peut entraîner une augmentation de la dénitrification et de la nitrification, et ainsi augmenter la production de N₂O (Mosier *et al.*, 1998).

5.4.1.6.2. Questions de méthodologie

On a utilisé la méthode de niveau 1 du GIEC pour estimer les émissions de N₂O imputables aux sols organiques travaillés. Pour calculer les émissions de N₂O, on multiplie la superficie des histosols travaillés par le coefficient d'émissions par défaut du GIEC.

Les superficies d'histosols travaillés à l'échelle provinciale ne sont pas visées dans le *Recensement de l'agriculture*. Des consultations avec de nombreux spécialistes des sols et des cultures du Canada ont permis d'estimer à 16 kha la superficie des histosols canadiens et de déterminer que cette valeur était constante pour la période 1990–2017 (Liang *et al.*, 2004a).

5.4.1.6.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

L'analyse de l'incertitude associée aux émissions de N₂O attribuables aux sols organiques a tenu compte du degré d'incertitude de la superficie de sols organiques cultivés et de celui du coefficient d'émissions par défaut.

L'estimation des émissions de N₂O issues des sols organiques, qui est de 0,06 Mt d'éq. CO₂ pour 2017, se situe dans une plage d'incertitude de 0,01 Mt d'éq. CO₂ (-79 %) à 0,12 Mt d'éq. CO₂ (+96 %) (Tableau 5–7). La principale source d'incertitude est le coefficient d'émissions par défaut de niveau 1 du GIEC.

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émissions pour l'ensemble de la série chronologique (1990–2017).

5.4.1.6.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1, qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

5.4.1.6.5. Recalculs

Les estimations de cette source d'émissions n'ont fait l'objet d'aucun recalcul.

5.4.1.6.6. Améliorations prévues

On n'envisage pas pour l'instant d'améliorer les estimations des émissions imputables à cette source. D'autres analyses visant à établir l'incertitude de la tendance à moyen terme seront menées.

5.4.1.7. Changements dans les émissions de N₂O dues à la réduction ou à l'élimination du travail du sol

5.4.1.7.1. Description de la catégorie de sources

Il ne s'agit pas ici d'apport supplémentaire d'azote (c.-à.-d. l'engrais, les fumiers ou les résidus de culture). Cette catégorie porte plutôt sur un changement apporté aux coefficients d'émissions de N₂O afin de tenir compte de l'adoption de méthodes conservatrices de travail des sols, à savoir le travail réduit du sol et la culture sans labour, en remplacement d'un travail du sol classique.

5.4.1.7.2. Questions de méthodologie

Par rapport au travail classique ou intensif du sol, le semis direct ou la culture sans labour, de même que le travail réduit du sol, modifient plusieurs facteurs qui influent sur la production de N₂O, notamment la décomposition de la matière organique du sol, la disponibilité du carbone et de l'azote du sol, la densité apparente du sol et son taux d'humidité (McConkey *et al.*, 1996, 2003; Liang *et al.*, 2004b). En conséquence, par rapport au travail du sol classique, les méthodes conservatrices (TRS et CSL) ont généralement fait baisser les émissions de N₂O dans les Prairies (Malhi et Lemke, 2007), mais ont fait augmenter les émissions de N₂O dans les autres régions du Canada (Rochette *et al.*, 2008a). Le résultat net pour l'ensemble du pays est donc une faible réduction des émissions. Cette réduction est déclarée séparément, sous forme de valeur estimative négative (Tableau 5-7).

Les variations dans les émissions de N₂O dus à l'adoption du TRS et du CSL sont estimées grâce à des modifications des coefficients d'émissions correspondant aux engrais inorganiques, à

l'épandage de fumier sur les terres agricoles et à la décomposition des résidus de culture. Cette sous-catégorie est maintenue à l'écart des catégories relatives aux engrais et à la décomposition des résidus de culture à des fins de transparence. Cependant, cette séparation entraîne l'inscription de données d'émission négatives. Les effets du TRS et de la CSL sur les émissions de N₂O sont exprimés sous la forme d'un coefficient empirique de travail du sol ($C_{\text{TRAVAILDUSOL}}$), qui se définit comme le rapport entre les flux moyens de N₂O avec TRS ou CSL et les flux moyens de N₂O avec travail intensif du sol ($N_{2O\text{TRS}}/N_{2O\text{TI}}$) (voir l'annexe 3.4).

5.4.1.7.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

L'analyse de l'incertitude associée aux émissions de N₂O attribuables aux pratiques de conservation du sol a tenu compte du degré d'incertitude des superficies travaillées, des facteurs de gestion des fumiers indiqués aux sections 5.3.2.3 et 5.4.1.2.3 et de l'incertitude définie dans la méthode propre à chaque pays (Rochette *et al.*, 2008b) qui a servi à établir les coefficients d'émissions de N₂O, comme il est indiqué à la section 5.4.1.1.3.

La réduction estimée des émissions de N₂O attribuables aux pratiques de conservation du sol, qui était de -1,4 Mt d'éq. CO₂ (Tableau 5-9) pour 2017, se situe dans une plage d'incertitude de -44 % à +55 % fondée sur la plage d'incertitude des émissions combinées des pratiques de travail du sol, d'irrigation et de jachère (Tableau 5-7). Les calculs qui se rapportent aux pratiques de conservation du sol dépendent des calculs des émissions attribuables aux sols, et tous les facteurs décrits précédemment dans les sections traitant du degré d'incertitude ont donc une incidence sur l'incertitude, notamment la correction du coefficient d'émissions pour le travail du sol ($C_{\text{TRAVAILDUSOL}}$).

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émissions pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2017).

5.4.1.7.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1, qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies

et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

5.4.1.7.5. Recalculs

L'intégration des renseignements provenant du Recensement de l'agriculture de 2016 en ce qui concerne le travail du sol et les pratiques de gestion du sol de même que la modification du modèle d'émissions des porcs et la révision des données sur les activités liées au bétail ont entraîné une redistribution de l'azote parmi différents écodistricts et modifié les types de pratiques de travail du sol ainsi que les superficies sur lesquelles ces pratiques ont été mises en œuvre.

Les changements ont réduit l'incidence de l'adoption des pratiques de travail du sol sur les émissions de N₂O qui s'est traduite par une baisse de 1 kt d'éq. CO₂ en 1990, de 20 kt d'éq. CO₂ en 2005 et de 61 kt d'éq. CO₂ en 2016. Ces recalculs ont également réduit l'incidence de l'adoption des pratiques de travail du sol sur la tendance à long terme, qui est passée de 405 % à 386 %, et sur la tendance à court terme, qui est passée de 72 % à 69 % (Tableau 5–9).

5.4.1.7.6. Améliorations prévues

En regroupant les données d'études publiées sur les flux de N₂O du sol, le Canada entend actualiser la méthode servant à estimer l'incidence des pratiques de travail du sol sur les émissions de N₂O des sols. Des travaux ont été entrepris pour établir des estimations du niveau d'incertitude et des tendances au moyen de la méthode de niveau 2 du GIEC. D'autres analyses visant à établir l'incertitude de la tendance à moyen terme seront menées.

5.4.1.8. Émissions de N₂O imputables aux jachères

5.4.1.8.1. Description de la catégorie de sources

Cette catégorie ne représente pas d'apport d'azote additionnel, mais correspond plutôt à des modifications des conditions du sol ayant une influence sur les émissions de N₂O. La jachère est une méthode agricole couramment utilisée dans la région des Prairies pour conserver l'humidité du sol en laissant celui-ci non ensemencé pendant toute une saison de croissance dans le cadre de la rotation des cultures. Durant l'année de jachère, plusieurs facteurs

peuvent stimuler les émissions de N₂O par rapport à une situation de culture, comme la teneur plus élevée en humidité du sol, la température plus élevée du sol et la disponibilité généralement supérieure du carbone et de l'azote du sol (Campbell *et al.*, 1990; Campbell *et al.*, 2005).

5.4.1.8.2. Questions de méthodologie

Des études expérimentales ont révélé que les émissions de N₂O dans les champs en jachère ne sont pas différentes des émissions provenant des champs qui sont constamment cultivés (Rochette *et al.*, 2008b). L'omission des zones soumises à la jachère dans les calculs des émissions de N₂O, parce qu'il n'y a ni culture ni application d'engrais, pourrait mener à une sous-estimation du total des émissions de N₂O. On calcule donc les émissions attribuables aux jachères par une méthode propre à chaque pays, en faisant la somme des émissions d'azote résultant de l'épandage d'engrais et de fumier sur les cultures annuelles ainsi que des résidus de culture dans un écodistrict donné, et en la multipliant par la proportion de cet écodistrict qui est en jachère (Rochette *et al.*, 2008b). Une description plus détaillée de cette approche est fournie à l'annexe 3.4.

5.4.1.8.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

L'analyse de l'incertitude des émissions de N₂O attribuables aux pratiques de jachère a tenu compte du degré d'incertitude des superficies en jachère, des facteurs de gestion des fumiers décrits aux sections 5.3.2.3 et 5.4.1.2.3, de la décomposition des résidus de culture, comme il est indiqué à la section 5.4.1.2.3 et de l'incertitude définie dans la méthode propre à chaque pays (Rochette *et al.*, 2008b) qui a servi à établir les coefficients d'émissions de N₂O, tel qu'il est mentionné à la section 5.4.1.1.3.

L'estimation des émissions de N₂O attribuables aux terres en jachère, qui est de 0,27 Mt d'éq. CO₂ pour 2017, se situe dans une plage d'incertitude de -44 % à +55 %, fondée sur la plage d'incertitude des émissions combinées résultant des pratiques de travail du sol, d'irrigation et de jachère (Tableau 5–7). Les émissions attribuables aux pratiques de jachère ont été dérivées des calculs des émissions des sols, et l'ensemble des facteurs décrits précédemment dans les sections traitant du degré d'incertitude, notamment la correction du coefficient d'émissions pour le travail du sol (CR_{TRAVAILDUSOL}), influe donc sur l'incertitude.

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émissions pour l'ensemble de la série chronologique (1990–2017).

5.4.1.8.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1, qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

5.4.1.8.5. Recalculs

De façon semblable à ce qui est décrit à la section 5.4.1.7, les renseignements du Recensement de l'agriculture de 2016 ont entraîné une correction de la superficie en jachère pour les années 2012 à 2016 et, avec la modification du modèle d'émissions des porcs et la révision des données sur les activités liées au bétail, de nouveaux calculs ont été effectués dans la présente section.

En raison de ces changements, les émissions associées à la jachère ont diminué de 9 kt d'éq. CO₂ en 1990, de 20 kt d'éq. CO₂ en 2005 et de 15 kt d'éq. CO₂ en 2016 (Tableau 5–9). Les tendances des

émissions ont diminué légèrement; la tendance à long terme est passée de -78 % à -79 % et la tendance à court terme, de -63 % à -64 %.

5.4.1.8.6. Améliorations prévues

On n'envisage pas pour l'instant d'améliorer les estimations des émissions imputables à cette source. D'autres analyses visant à établir l'incertitude de la tendance à moyen terme seront menées.

5.4.1.9. Émissions de N₂O attribuables à l'irrigation

5.4.1.9.1. Description de la catégorie de sources

Comme pour les pratiques de travail du sol et la jachère, l'effet de l'irrigation sur les émissions de N₂O n'est pas imputable à un apport additionnel d'azote, mais correspond plutôt à des modifications des conditions du sol ayant une influence sur les émissions de N₂O. La plus forte teneur en eau des sols irrigués fait augmenter le potentiel d'émissions de N₂O en accroissant l'activité biologique et en réduisant l'aération des sols (Jambert *et al.*, 1997), ce qui augmente la dénitrification.

Tableau 5–9 Recalculs des estimations des émissions de N₂O et leur incidence sur les tendances des émissions attribuables aux pratiques de conservation, de jachère et d'irrigation

Source d'émission	Année	Année de rapport	Émissions de la catégorie (kt d'éq. CO ₂)	Changement dans les émissions (kt d'éq. CO ₂)	Variation relative des émissions de la catégorie (%)	Ancienne tendance (%)	Nouvelle tendance (%)
Pratiques de conservation	1990	2018	-296	1	-0,2	Long terme (1990–2016)	
		2019	-296			405	386
	2005	2018	-870	20	-2,3	Court terme (2005–2016)	
		2019	-850			72	69
	2016	2018	-1497	61	-4,1		
		2019	-1436				
Jachère d'été	1990	2018	1311	-9	-0,7	Long terme (1990–2016)	
		2019	1302			-78	-79
	2005	2018	761	-20	-2,6	Court terme (2005–2016)	
		2019	741			-63	-64
	2016	2018	284	-15	-5,3		
		2019	269				
Irrigation	1990	2018	267	13	5,0	Long terme (1990–2016)	
		2019	280			22	47
	2005	2018	317	14	4,5	Court terme (2005–2016)	
		2019	331			3	25
	2016	2018	327	85	25,9		
		2019	412				

5.4.1.9.2. Questions de méthodologie

La méthodologie est propre à chaque pays et se fonde sur les hypothèses suivantes : 1) l'eau apportée par l'irrigation stimule la production de N_2O d'une manière comparable à l'eau de pluie, et 2) l'irrigation est pratiquée à des taux tels que la quantité d'eau apportée par les précipitations plus celle apportée par l'irrigation équivalent à l'évapotranspiration potentielle dans les conditions locales. En conséquence, on a estimé l'effet de l'irrigation sur les émissions de N_2O des sols agricoles à l'aide d'un CE_{BASE} estimé à un rapport $P/EP = 1$ (précipitations/évapotranspiration potentielle, $CE_{BASE} = 0,017 \text{ N}_2\text{O-N/kg N}$) pour les zones irriguées d'un écodistrict donné. À des fins de transparence, l'effet de l'irrigation sur les émissions de N_2O des sols est aussi déclaré séparément d'autres catégories de sources.

5.4.1.9.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

L'analyse de l'incertitude associée aux émissions de N_2O attribuables aux pratiques d'irrigation a tenu compte du degré d'incertitude des superficies irriguées, des facteurs de gestion des fumiers indiqués aux sections 5.3.2.3 et 5.4.1.2.3 et de l'incertitude définie dans la méthode propre à chaque pays (Rochette *et al.*, 2008b) qui a servi à établir les coefficients d'émissions de N_2O , comme il est indiqué à la section 5.4.1.1.3.

L'estimation des émissions de N_2O attribuables aux terres irriguées, qui est de 0,41 Mt d'éq. CO_2 pour 2017, se situe dans une plage d'incertitude de -44 % à +55 % fondée sur la plage d'incertitude des émissions combinées des pratiques de travail du sol, d'irrigation et de jachère (Tableau 5-7). Le coefficient d'émissions des terres irriguées pour un écodistrict donné est fonction de tous les calculs de coefficients d'émissions des sols, et l'ensemble des facteurs décrits précédemment dans les sections traitant du degré d'incertitude, notamment la pente et le point d'intersection de l'équation de régression établissant le rapport P/EP , influent donc sur l'incertitude.

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émissions pour l'ensemble de la série chronologique (1990–2017).

5.4.1.9.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1, qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

5.4.1.9.5. Recalculs

Les estimations des émissions attribuables à l'irrigation sont liées aux calculs de toutes les émissions provenant des sols. Les changements aux superficies irriguées découlant de l'intégration des renseignements du Recensement de l'agriculture de 2016 et de la redistribution de l'azote en raison des modifications relatives à l'azote dans le fumier de porcs ont mené à un recalcul des émissions liées à l'irrigation.

Ces changements ont fait diminuer les émissions de 13 kt d'éq. CO_2 en 1990, de 14 kt d'éq. CO_2 en 2005 et de 85 kt d'éq. CO_2 en 2016, avec un changement relatif de 5 %, de 4,5 % et de 25,9 % respectivement. Ces recalculs ont fait augmenter l'estimation des modifications des émissions associées à l'irrigation à long terme, qui est passée de 22 % à 47 %, et l'estimation à court terme, qui est passée de 3 % à 25 % (Tableau 5-9).

5.4.1.9.6. Améliorations prévues

On n'envisage pas pour l'instant d'améliorer les estimations des émissions imputables à cette source. D'autres analyses visant à établir l'incertitude de la tendance à moyen terme seront menées.

5.4.2. Émissions indirectes de N_2O des terres aménagées (catégorie 4.D.2 du CUPR)

Une fraction de l'azote que l'on trouve à la fois dans les engrais inorganiques et le fumier épandus sur les champs agricoles est transportée hors site par volatilisation sous forme de NH_3 et de NO_x et par dépôt ultérieur ou lessivage, et ruissellement. L'azote ainsi transporté depuis les sols agricoles fournit un supplément d'azote aux processus de nitrification et de dénitrification qui rejettent du N_2O .

5.4.2.1. Dépôt atmosphérique d'azote

5.4.2.1.1. Description de la catégorie de sources

Lorsqu'on applique des engrais inorganiques ou du fumier sur des terres cultivées, une portion de l'azote est perdue par volatilisation sous forme de NH_3 ou de NO_x , qui peut se redéposer ailleurs et continuer à se transformer, entraînant des émissions de N_2O en dehors du site. La quantité de cet azote volatilisé dépend d'un certain nombre de facteurs, comme les taux d'épandage d'engrais et de fumier, les types d'engrais, les modes et le moment d'application de l'azote, la texture des sols, les précipitations, la température, le pH des sols, etc.

5.4.2.1.2. Questions de méthodologie

Il n'existe que peu de données scientifiques publiées qui déterminent réellement les émissions de N_2O dues au dépôt atmosphérique du NH_3 et des NO_x . Il est possible que l'azote qui est lessivé, notamment dans les eaux souterraines, ou qui s'est volatilisé ne subisse aucune nitrification ni dénitrification pendant de nombreuses années. Même si les émissions indirectes de N_2O des sols agricoles représentent une catégorie clé de sources pour l'évaluation du niveau et de la tendance pour le Canada, il existe certaines difficultés liées à la définition de la durée et des limites puisque les Lignes directrices 2006 du GIEC ne fournissent aucune méthode normalisée pour calculer les coefficients d'émissions de niveau 2 du GIEC.

On a utilisé une méthode propre au pays pour estimer les émissions d'ammoniac découlant de l'épandage sur les sols d'engrais à base d'azote inorganique et de fumier de bovins laitiers et de porcs contenant de l'azote. La méthode de calcul des coefficients d'émissions d'ammoniac provenant de l'épandage d'azote inorganique suit étroitement le modèle utilisé par Sheppard *et al.*, (2010) pour déterminer des coefficients d'émissions propres à diverses écorégions du Canada. Les coefficients d'émissions d'ammoniac sont calculés en fonction du type d'engrais azoté inorganique, du degré d'incorporation dans le sol, du type de culture et des propriétés chimiques du sol. Pour estimer les émissions de N_2O , on applique le coefficient d'émissions par défaut du GIEC, qui est de 0,01 kg N_2O -N/kg N (GIEC, 2006).

Dans le cas des bovins laitiers et des porcs, la quantité d'azote du fumier étant susceptible de diminuer en raison des pertes par volatilisation de NH_3 après l'épandage, elle a été estimée au moyen de la version révisée du modèle canadien des émissions de NH_3 (Sheppard *et al.*, 2011b; Chai *et al.*, 2016) afin d'établir des facteurs de perte d'azote propres aux écorégions selon le type d'animal et le système de gestion des déchets animaux. Dans le cas de tous les autres animaux, les fractions de perte par volatilisation par défaut fournies dans les Lignes directrices 2006 du GIEC ont été utilisées pour estimer la perte d'azote sous forme d'émissions de NH_3 du fumier épandu sur les sols.

5.4.2.1.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

L'analyse, au moyen de la technique de Monte-Carlo, de l'incertitude associée aux émissions indirectes de N_2O attribuables au dépôt atmosphérique d'azote a tenu compte du degré d'incertitude des paramètres définis dans la méthodologie de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC et du degré d'incertitude de l'estimation des émissions de NH_3 .

L'estimation des émissions de N_2O issues de la volatilisation et du dépôt, qui est de 1,2 Mt d'éq. CO_2 pour 2017, se situe dans une plage d'incertitude de 0,31 Mt d'éq. CO_2 (-75 %) à 2,6 Mt d'éq. CO_2 (+110 %) (Tableau 5-7). La plus grande part d'incertitude est associée au coefficient d'émissions de niveau 1 du GIEC, qui est de 1 % (plage d'incertitude, 0,2 % à 5 %).

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émissions pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2017).

5.4.2.1.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1, qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

5.4.2.1.5. Recalculs

De nouveaux calculs ont été effectués en raison des éléments suivants : 1) la mise en œuvre d'une série chronologique pour les SGDA, qui a augmenté la proportion de fumier de porcs traitée sous forme

solide en 1990 et en 2005, et a augmenté la perte d'azote estimée; 2) la mise en œuvre d'une série chronologique relative aux facteurs de perte des SGDA propres aux régions pour les porcs, qui a diminué les pertes d'azote pendant l'entreposage et a augmenté la proportion d'azote excrété dans le fumier épandu sur les sols agricoles; 3) la mise en œuvre d'une série chronologique relative aux facteurs de volatilisation de l'azote propres aux régions pour l'épandage de fumier de porcs, qui a diminué la volatilisation et 4) la révision des données sur les activités, y compris les populations de bétail, les superficies cultivées et les cultures.

Ces recalculs se sont traduits par une augmentation des émissions de 9 kt d'éq. CO₂ (1,2 %) en 1990, de 6 kt d'éq. CO₂ (0,5 %) en 2005 et de 7 kt d'éq. CO₂ (0,6 %) en 2016, et ont eu peu d'incidence sur les tendances des émissions à court et à moyen terme (Tableau 5-10).

5.4.2.1.6. Améliorations prévues

On n'envisage pas pour l'instant d'améliorer les estimations des émissions imputables à cette source.

5.4.2.2. Lessivage et ruissellement de l'azote

5.4.2.2.1. Description de la catégorie de sources

Lorsque des engrais azotés inorganiques, du fumier ou des résidus de culture sont épandus sur des terres cultivées, une partie de l'azote de ces sources est

perdue par lessivage et ruissellement. L'ampleur de cette déperdition dépend d'un certain nombre de facteurs, comme les taux et la méthode d'épandage, le type de culture, la texture du sol, les précipitations et le paysage. Ce volume d'azote perdu peut subir d'autres transformations comme la nitrification et la dénitrification, ce qui peut générer des émissions de N₂O hors des sites.

5.4.2.2.2. Questions de méthodologie

Il existe peu de données scientifiques publiées déterminant les émissions de N₂O attribuables au lessivage et au ruissellement au Canada. Comme dans le cas des émissions de N₂O attribuables à la volatilisation et au dépôt de NH₃ et de NO_x, cette source est peu définie puisque les Lignes directrices 2006 du GIEC ne fournissent aucune méthode normalisée pour calculer les coefficients d'émissions de niveau 2 du GIEC.

Une méthode de niveau 1 modifiée du GIEC est utilisée pour estimer les émissions indirectes de N₂O qui résultent du lessivage et du ruissellement des engrais, du fumier et de l'azote provenant des résidus de culture des sols agricoles. Pour estimer les émissions indirectes de N₂O résultant du ruissellement et du lessivage de l'azote au niveau des écodistricts, on utilise la $Frac_{LESSIVAGE}$ que l'on multiplie par le volume d'azote des engrais inorganiques et d'azote des résidus de culture ainsi que par un coefficient d'émissions de 0,0075 kg N₂O-N/kg N (GIEC, 2006).

La valeur par défaut de la fraction d'azote perdue par lessivage et ruissellement ($Frac_{LESSIVAGE}$) dans les Lignes directrices révisées de 1996 est de 0,3.

Tableau 5-10 Recalculs des estimations des émissions de N₂O et leur incidence sur les tendances des émissions indirectes produites par les sols agricoles, le dépôt atmosphérique, le lessivage et le ruissellement

Source d'émission	Année	Année de rapport	Émissions de la catégorie (kt d'éq. CO ₂)	Changement dans les émissions (kt d'éq. CO ₂)	Variation relative des émissions de la catégorie (%)	Ancienne tendance (%)	Nouvelle tendance (%)
Dépôt atmosphérique	1990	2018	812	9	1.2	Long terme (1990–2016)	
		2019	821			49	48
	2005	2018	1 102	6	0.5	Court terme (2005–2016)	
		2019	1 108				
	2016	2018	1 209	7	0.6	10	10
		2019	1 217				
Lessivage et ruissellement d'azote	1990	2018	1 961	-8	-0.4	Long terme (1990–2016)	
		2019	1 952			46	52
	2005	2018	2 279	-4	-0.2	Court terme (2005–2016)	
		2019	2 275				
	2016	2018	2 859	113	3.9	25	31
		2019	2 971				

La $Frac_{LESSIVAGE}$ peut atteindre 0,05 dans les régions où les précipitations sont nettement inférieures à l'évapotranspiration potentielle (GIEC, 2006), comme dans les Prairies canadiennes. C'est ainsi qu'on présume que la $Frac_{LESSIVAGE}$ varie selon l'écodistrict entre un minimum de 0,05 et un maximum de 0,3. Pour les écodistricts sans déficit hydrique pendant la période de croissance (de mai à octobre), on a utilisé la valeur maximale de $Frac_{LESSIVAGE}$ recommandée dans les Lignes directrices 2006 du GIEC, soit 0,3. On utilise la valeur minimale de $Frac_{LESSIVAGE}$ de 0,05 pour les écodistricts avec le déficit hydrique le plus important. Pour les autres écodistricts, on estime la valeur de $Frac_{LESSIVAGE}$ à l'aide d'une extrapolation linéaire fondée sur la plage de valeurs mentionnée ci-dessus.

5.4.2.2.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

L'analyse, au moyen de la technique de Monte-Carlo, de l'incertitude associée aux émissions indirectes de N_2O attribuables au lessivage et au ruissellement de l'azote, a tenu compte du degré d'incertitude des paramètres définis dans la méthodologie de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC et du degré d'incertitude de l'estimation des émissions totales d'azote.

L'estimation des émissions de N_2O de 3 Mt d'éq. CO_2 attribuables au lessivage et au ruissellement de l'azote en 2017 se situe dans une plage d'incertitude de 0,61 Mt d'éq. CO_2 (-80 %) à 6,1 Mt d'éq. CO_2 (+100 %) (Tableau 5-7). La plus grande part d'incertitude est associée au coefficient d'émissions de niveau 1 du GIEC, qui est de 0,75 % des émissions totales d'azote lessivé (plage d'incertitude de 0,05 % à 2,5 %).

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émissions pour l'ensemble de la série chronologique (1990–2017).

5.4.2.2.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1, qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

5.4.2.2.5. Recalculs

Comme c'était le cas pour la volatilisation, les recalculs ont été faits en raison des éléments suivants : 1) la mise en œuvre d'une série chronologique pour les SGDA; 2) la mise en œuvre d'une série chronologique relative aux facteurs de perte des SGDA propres aux régions pour les porcs, qui a diminué les pertes d'azote pendant l'entreposage et a augmenté la proportion d'azote excrété dans le fumier épandu sur les sols agricoles; 3) la révision des données sur les activités, y compris les populations de bétail, les superficies cultivées et les cultures.

Les recalculs ont entraîné une diminution des émissions de 8 kt d'éq. CO_2 (0,4 %) en 1990 et de 4 kt d'éq. CO_2 (0,2 %) en 2005, et une augmentation des émissions de 113 kt d'éq. CO_2 (3,9 %) en 2016. Ces recalculs ont fait passer la tendance à long terme de 46 % à 52 % et la tendance à court terme de 25 % à 31 %.

5.4.2.2.6. Améliorations prévues

On n'envisage pas pour l'instant d'améliorer les estimations des émissions imputables à cette source.

5.5. Émissions de CH_4 et de N_2O attribuables au brûlage des résidus agricoles (catégorie 3.F du CUPR)

5.5.1. Description de la catégorie de sources

Au Canada, les résidus de culture sont parfois brûlés, parce qu'il est pratique de le faire ou afin de limiter la propagation de maladies par leur élimination. Toutefois, cette pratique a diminué en popularité depuis quelques années, en raison des préoccupations qu'elle suscite sur le plan de la qualité des sols et de l'environnement. Le brûlage des résidus de culture est une source nette de CH_4 , CO , NO_x et de N_2O (GIEC, 2006).

5.5.2. Questions de méthodologie

Il n'existe aucune donnée publiée sur les émissions de N_2O et de CH_4 issues du brûlage dans les champs des résidus agricoles au Canada. On a donc utilisé les coefficients par défaut et les paramètres tirés des Lignes directrices 2006 du GIEC pour estimer les émissions.

À partir des données recueillies par Statistique Canada dans le cadre de son *Enquête sur la gestion agroenvironnementale* (EGA)² et lors des consultations auprès des experts (Coote *et al.*, 2008), on a élaboré une série chronologique complète des données sur les activités sur le type et le pourcentage des résidus de culture brûlés dans les champs.

Les paramètres propres aux cultures nécessaires à l'estimation de la quantité de résidus de culture brûlés, comme la teneur en humidité du produit cultivé et le rapport entre les résidus de culture au sol et le produit cultivé, sont tirés de Janzen *et al.* (2003), et concordent avec les valeurs utilisées pour estimer les émissions dues à la décomposition des résidus de culture.

5.5.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Le degré d'incertitude des émissions de CH₄ et de N₂O provenant du brûlage dans les champs de résidus agricoles a été déterminé au moyen de la méthode de niveau 1 du GIEC (GIEC, 2006).

Les incertitudes associées aux émissions de CH₄ et de N₂O causées par le brûlage des résidus agricoles sont le volume des résidus de culture brûlés et les coefficients d'émissions. En se basant sur la superficie d'une culture semée particulière, on a estimé à $\pm 50\%$ (Coote *et al.*, 2008) le degré d'incertitude de la quantité de résidus de culture brûlés. Les Lignes directrices 2006 du GIEC ne précisent aucun coefficient d'émissions, mais on présume qu'ils sont semblables aux coefficients d'émissions du brûlage de la savane et des prairies; soit $\pm 40\%$ pour le CH₄ et $\pm 48\%$ pour le N₂O (GIEC, 2006). Les incertitudes concernant les estimations des émissions de CH₄ et de N₂O ont été estimées à $\pm 64\%$ et $\pm 69\%$ respectivement.

5.5.4. AQ/CQ et vérification

Les émissions de CH₄ et de N₂O attribuables au brûlage de résidus agricoles ont été soumises à des contrôles de qualité de niveau 1, qui sont décrits dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices du GIEC (2006). Les données sur les activités et les méthodes sont documentées et archivées sous format papier et électronique.

² http://www.statcan.gc.ca/cgi-bin/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurvey&SDDS=5049&lang=en&db=imdb&adm=8&dis=2

5.5.5. Recalculs

Dans le présent rapport, des recalculs mineurs ont été faits en raison de changements aux résidus de culture, comme indiqué à la section 5.4.1.3. Ces changements ont entraîné une diminution de 8 kt d'éq. CO₂ en 1990, de 3 kt d'éq. CO₂ en 2005 et de 0,2 kt d'éq. CO₂ en 2016.

5.5.6. Améliorations prévues

On n'envisage pas pour l'instant d'améliorer les estimations des émissions imputables à cette source.

5.6. Émissions de CO₂ attribuables au chaulage (catégorie 3.G du CUPR)

5.6.1. Description de la catégorie de sources

Au Canada, le calcaire est souvent utilisé, pour certaines cultures comme la luzerne, pour neutraliser les sols acides, augmenter la capacité d'assimilation des éléments nutritifs du sol, en particulier le phosphore, réduire la toxicité des métaux lourds comme l'aluminium, et améliorer le milieu de croissance des cultures. Au cours du processus de neutralisation, du CO₂ est libéré lors des réactions d'équilibre du bicarbonate qui surviennent dans le sol. Le taux de rejet varie selon les conditions pédologiques et les composés épandus.

5.6.2. Questions de méthodologie

Les émissions associées à l'utilisation de chaux ont été calculées à partir de la quantité de chaux appliquée chaque année et de la proportion de carbonate présente dans les minéraux servant au chaulage des sols, qui se décompose et est libérée sous forme de CO₂. Les méthodes et les sources des données sont décrites à l'annexe 3.4.

5.6.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Les limites de l'intervalle de confiance à 95 % associé aux données sur la consommation annuelle de chaux ont été estimées à $\pm 30\%$. On suppose que l'incertitude inclut celle des ventes de chaux, celle sur le moment

d'épandage de la chaux achetée, et celle sur le moment des émissions dues à l'épandage de chaux. Cette incertitude sur le plan du coefficient d'émissions a été jugée d'être -50 %, en se fondant sur les Lignes directrices du GIEC (GIEC, 2006). La moyenne et les incertitudes globales ont été estimées à $0,21 \pm 0,14$ Mt d'éq. CO₂ pour le niveau d'incertitude.

On a utilisé la même méthodologie pour l'ensemble de la série chronologique des estimations des émissions (1990–2017).

5.6.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1 tels qu'ils ont été établis dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices du GIEC (2006). Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

5.6.5. Recalculs

Ressources naturelles Canada a fourni une mise à jour sur l'utilisation de la chaux à des fins agricoles pour 2016, ce qui a entraîné une augmentation des émissions de 39 kt d'éq. CO₂ pour 2016.

5.6.6. Améliorations prévues

On n'envisage pas pour l'instant d'améliorer les estimations des émissions au sujet de cette source.

5.7. Émissions de CO₂ attribuables à l'application d'urée (catégorie 3.H du CUPR)

5.7.1. Description de la catégorie de sources

Lorsque de l'urée (CO(NH₂)₂) ou des engrais azotés à base d'urée sont épandus sur le sol pour accroître la production de récoltes, du CO₂ est libéré lorsque l'urée s'hydrolyse. Selon les Lignes directrices 2006 du GIEC, on doit comptabiliser comme une émission la quantité de CO₂ rejetée dans l'atmosphère. En plus de l'urée, les agriculteurs canadiens utilisent aussi des volumes importants d'engrais à base de nitrate d'ammonium et d'urée (28-0-0) avec un mélange de 30 % de CO(NH₂)₂.

5.7.2. Questions de méthodologie

Les émissions d'urée associées à l'épandage d'urée ont été calculées à partir de la quantité d'urée ou des engrais à base de nitrate d'ammonium et d'urée appliqués chaque année, et de la quantité de carbone contenue dans l'urée qui est libérée sous forme de CO₂ après l'hydrolyse. Les méthodes et les sources de données figurent à l'annexe 3.4.

5.7.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Les limites de l'intervalle de confiance de 95 % associé aux données sur la consommation annuelle d'urée d'engrais à base d'urée ont été estimées à ± 15 %. L'estimation de l'incertitude associée aux émissions était fondée sur une simple erreur de propagation dans l'utilisation de l'incertitude du sondage et une incertitude de -50 % associée au coefficient d'émissions précisé dans les Lignes directrices 2006 du GIEC. La moyenne et les incertitudes globales ont été estimées à $2,4 \pm 1,2$ Mt d'éq. CO₂ pour le niveau d'incertitude.

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes sources de données pour l'ensemble de la série chronologique des estimations des émissions. La consommation d'urée au Canada a augmenté considérablement de 1990 à 2017 et présente une variabilité interannuelle relativement élevée pouvant atteindre ± 25 % par année.

5.7.4. AQ/CQ et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1 tels qu'ils ont été établis dans le plan d'AQ/CQ (voir la section 1.3, chapitre 1), d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

5.7.5. Recalculs

Les estimations de cette source d'émissions n'ont fait l'objet d'aucun recalcul.

5.7.6. Améliorations prévues

On n'envisage pas pour l'instant d'améliorer les estimations des émissions au sujet de cette source.

CHAPITRE 6

AFFECTATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE (SECTEUR 4 DU CUPR)

6.1. Aperçu

Le secteur Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (ATCATF) déclare les flux de GES entre l'atmosphère et les terres aménagées du Canada, de même que les flux associés aux changements d'affectation des terres et aux émissions provenant des produits ligneux récoltés (PLR) dérivés de ces terres. L'évaluation englobe les émissions et les absorptions de CO₂, les émissions supplémentaires de méthane (CH₄), d'oxyde nitreux (N₂O) et de monoxyde de carbone (CO) imputables au brûlage dirigé de la biomasse, les émissions de CH₄ et de N₂O rejetées suite au drainage des milieux humides et de la réhumectation des sols à des fins d'extraction de tourbe, et les émissions de N₂O résultant de la conversion de terres en terres cultivées.

Les flux nets estimés de GES du secteur ATCATF, qui représentent la somme des émissions de CO₂¹ et de gaz autres que le CO₂ et des absorptions de CO₂, correspondaient à une absorption nette de 68² Mt en 1990, de 21 Mt en 2005 et de 24 Mt en 2017. Lorsque ces chiffres sont inclus dans les totaux nationaux, les émissions totales de GES du Canada

1 À moins d'indication contraire, toutes les émissions et absorptions sont en équivalents CO₂.

2 Toutes les valeurs associées aux estimations et aux données sur les activités ont été arrondies selon le protocole décrit à l'annexe 8, sauf dans les cas où la cohérence avec les explications fournies devait être assurée.

6.1. Aperçu	156
6.2. Définition des catégories de terres et représentation des terres aménagées	160
6.3. Terres forestières	164
6.4. Produits ligneux récoltés	171
6.5. Terres cultivées	174
6.6. Prairies	185
6.7. Terres humides	186
6.8. Établissements	190
6.9. Conversion des forêts	194

diminuent de 11 %, de 2,9 % et de 3,3 % en 1990, 2005 et 2017, respectivement. Le Tableau 6-1 donne les estimations des flux nets pour 1990, 2005 et les années récentes dans les principales catégories et sous-catégories du secteur ATCATF. La série chronologique complète des estimations du secteur ATCATF est donnée au tableau 10 de la série de tableaux du Cadre uniformisé de présentation de rapports (CUPR).

La catégorie des Terres forestières a la plus grande influence sur les totaux sectoriels. Les flux nets sont négatifs (absorptions) pour toutes les années de la série chronologique. Si l'on ne tient pas compte des tendances et des variations interannuelles des flux nets provenant des incendies dans les forêts aménagées, les absorptions nettes des terres forestières passent de 210 Mt en 1990 à leur minimum absolu en 2007 (150 Mt). La baisse des absorptions témoigne des effets de l'exploitation forestière et, dans une certaine mesure, d'une interaction avec les perturbations causées par les insectes dans l'Ouest canadien. Après 2007, les absorptions globales nettes ont fluctué, augmentant à 160 Mt en 2009, lorsque les taux de récolte ont atteint le niveau le plus bas de la série chronologique de 28 ans, et diminuant légèrement à 150 Mt en 2017.

Tableau 6-1 Estimations des flux nets de GES du secteur ATCATF pour certaines années

Catégories sectorielles		Flux net de GES (kt d'éq. CO ₂) ²							
		1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie—TOTAL ¹		-68 000	-21 000	-36 000	-33 000	-32 000	-25 000	-25 000	-24 000
a.	Terres forestières	-210 000	-160 000	-160 000	-160 000	-160 000	-150 000	-150 000	-150 000
	Terres forestières dont la vocation n'a pas changé	-210 000	-150 000	-160 000	-160 000	-160 000	-150 000	-150 000	-150 000
	Terres converties en terres forestières	-1 100	-950	-650	-590	-540	-500	-440	-390
b.	Terres cultivées	8 300	-11 000	-11 000	-10 000	-9 500	-8 600	-7 800	-6 800
	Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé	-1 300	-15 000	-14 000	-13 000	-12 000	-11 000	-10 000	-9 600
	Terres converties en terres cultivées	9 600	3 900	2 700	2 800	2 800	2 700	2 700	2 800
c.	Prairies	0,6	0,9	1,6	1,9	0,8	1,2	1,2	1,2
	Prairies dont la vocation n'a pas changé	0,6	0,9	1,6	1,9	0,8	1,2	1,2	1,2
	Terres converties en prairies								
d.	Terres humides	5 300	3 100	3 000	3 000	3 100	2 900	2 900	3 200
	Terres humides dont la vocation n'a pas changé	1 500	2 600	2 500	2 400	2 400	2 500	2 600	2 800
	Terres converties en terres humides	3 800	470	540	670	710	420	340	330
e.	Établissements	3 800	3 800	3 700	3 800	3 900	3 900	3 800	3 500
	Établissements dont la vocation n'a pas changé	-2 400	-2 400	-2 400	-2 400	-2 400	-2 400	-2 400	-2 400
	Terres converties en établissements	6 200	6 200	6 100	6 200	6 300	6 300	6 200	5 900
f.	Autres terres	NE,I	NE,I	NE,I	NE,I	NE,I	NE,I	NE,I	NE,I
g.	Produits ligneux récoltés	130 000	140 000	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000
	Conversion des forêts ³	22 000	16 000	15 000	15 000	15 000	15 000	14 000	14 000

Notes :

1. Comme les chiffres ont été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué. L'annexe 8 décrit le protocole d'arrondissement.

2. Les signes négatifs indiquent les absorptions nettes de CO₂ de l'atmosphère.

3. Ne constitue pas une catégorie de déclaration, puisqu'elle chevauche les sous-catégories Terres converties en terres cultivées, Terres converties en terres humides, Terres converties en établissements et les Produits ligneux récoltés.

NE = Non estimé; I = Inexistant

Les émissions de la catégorie des Produits ligneux récoltés³, qui est étroitement apparentée à celle des Terres forestières, ont varié entre 1990 et 2017 (voir la section 6.4), mais elles sont demeurées relativement constantes en se maintenant aux niveaux de 1990 au cours des dernières années (Tableau 6-1). Elles sont principalement influencées par la tendance des taux de récolte forestière durant la période de déclaration et par l'effet à long terme des niveaux de récolte avant 1990, puisqu'une partie des produits ligneux récoltés avant 1990 sont éliminés durant la période de déclaration. Pour cette raison, les émissions annuelles ont fluctué entre 120 Mt en 2009 (plus faible année d'exploitation) et 150 Mt en 1995.

Le flux net combiné des terres forestières et des produits ligneux récoltés issus de l'exploitation forestière, excluant ceux résultant des activités de conversion des forêts depuis 1990, se chiffrait à 26 Mt en 2017, incluant des absorptions nettes

de 150 Mt des terres forestières et des émissions nettes de 125 Mt provenant des produits ligneux récoltés.

Des changements apportés aux pratiques de gestion des terres agricoles dans l'Ouest canadien, tels que l'adoption de pratiques de conservation du sol et la réduction des terres mises en jachère, ont fait baisser les émissions des terres cultivées pendant la période de 1990 à 2006, de sorte que l'on est passé d'émissions totalisant 8,3 Mt en 1990, à des absorptions nettes de 12 Mt en 2006. La baisse des émissions issues des terres forestières converties en terres cultivées contribue aussi à cette tendance. Après 2006, les absorptions nettes sont demeurées relativement constantes jusqu'à 2011, mais ont depuis baissé graduellement pour atteindre 6,8 Mt, en raison principalement de la conversion des terres pérennes en terres destinées à la production de cultures annuelles, d'une diminution du recours à des pratiques de conservation du sol et au fait que le carbone du sol séquestré dans les terres converties précédemment à des fins de conservation du sol s'approche d'un équilibre.

³ Comprendant les produits ligneux récoltés provenant de la conversion des terres forestières.

Au cours de la période de 1990 à 2017, les flux nets pour la catégorie des Terres humides (extraction de tourbe et terres submergées) ont varié entre 2,9 Mt (2015) et 5,4 Mt (1993). Les émissions provenant des terres submergées (réservoirs hydroélectriques) en 2017 représentaient 36 % de toutes les émissions de la catégorie des Terres humides, comparativement à 82 % en 1990. Les émissions provenant des terres converties en terres humides ont diminué durant la période de déclaration, passant de 3,8 Mt à 0,3 Mt.

Les émissions nettes déclarées dans la catégorie des Établissements ont varié de 3,2 Mt (1997) à 4,0 Mt (2006), principalement en raison du taux de conversion des terres forestières, dont les émissions résultantes sont estimées à 6,0 Mt en 2017. Ces émissions sont compensées d'en moyenne 40 % tout au long de la période de déclaration par la croissance des arbres des zones urbaines, responsable d'absorptions constantes de 2,4 Mt.

La conversion des forêts ne constitue en soi pas une catégorie de déclaration, puisqu'elle chevauche les sous-catégories Terres converties en terres cultivées, Terres converties en terres humides, Terres converties en établissements et Produits ligneux récoltés. Les émissions de gaz à effet de serre attribuables à la conversion de forêts ont diminué, passant de 22 Mt en 1990 à 14 Mt en 2017, ce qui comprend les émissions des produits ligneux récoltés résultant des activités de conversion des forêts depuis 1990. Ce déclin comprend une baisse de 5,2 Mt, de 1,7 Mt et de 0,3 Mt des émissions immédiates et résiduelles imputables à la conversion des terres forestières en terres cultivées, en terres humides et en établissements, respectivement, et une faible baisse de 0,5 Mt des émissions issues des produits ligneux récoltés résultant de la conversion depuis 1990.

Pour éviter une double comptabilisation, les estimations des changements dans le stock de carbone aux tableaux 4.A à 4.E du CUPR excluent les émissions rejetées sous forme de CO₂, de CH₄ et de CO par la combustion de biomasse. Les émissions de carbone rejetées sous forme de CO₂ et de CH₄ par la combustion de la biomasse sont déclarées au tableau 4(V), avec les émissions de N₂O. Les émissions de carbone sous forme de CO sont déclarées comme du CO dans le tableau 4 du CUPR, mais ne sont pas incluses dans les totaux sectoriels; elles sont plutôt déclarées comme des émissions indirectes de CO₂ dans le tableau 6

du CUPR. Les émissions et les absorptions de CO₂ et les émissions de CH₄, de N₂O et de CO sont automatiquement calculées dans le tableau 4 du CUPR.

Le rapport de cette année comprend des recalculs importants des données sur les terres cultivées en raison de la modification des données sur les activités découlant de l'intégration des renseignements fournis par le *Recensement de l'agriculture* de 2016 et d'améliorations à la répartition des données d'activité dans le paysage et à l'harmonisation avec les produits d'observation de la Terre. D'autres recalculs moins significatifs, mais tout de même importants, ont été faits pour les prairies en raison de la correction d'une erreur dans la conversion des unités du coefficient d'émission utilisé pour estimer les émissions provenant du brûlage des prairies (Tableau 6-2).

Dans une moindre mesure, des recalculs ont aussi été effectués dans les catégories des Terres forestières, Terres humides et des Produits ligneux récoltés, et dans les catégories des Terres associées à la conversion des forêts, principalement en raison de la mise à jour des données sur les activités liées à la récolte forestière à l'extraction de tourbe et à la conversion des forêts.

L'impact cumulatif de l'ensemble de ces recalculs (Tableau 6-3) a fait augmenter l'estimation des absorptions nettes de 0,5 Mt et de 0,8 Mt pour 1990 et 2005, respectivement, et a fait diminuer de 2,4 Mt l'estimation des absorptions nettes pour 2016.

Les estimations concernant toutes les catégories se rapportant à la forêt sont établies à l'aide du même cadre de modélisation. Par conséquent, les changements apportés au modèle forestier et la répartition des perturbations dans le paysage peuvent modifier les peuplements forestiers disponibles pour la modélisation des événements subséquents, par exemple une conversion de forêt, ce qui entraîne des recalculs indirects dans des catégories de conversion des terres, et des transferts de carbone vers les produits ligneux récoltés.

Environnement et Changement climatique Canada a établi des mécanismes de gouvernance pour la déclaration des émissions du secteur ATCATF, en concluant des protocoles d'entente avec Agriculture et Agroalimentaire Canada et le Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada (RNCAN-SCF), pour la planification, la

coordination et l'élaboration des estimations relatives aux terres forestières et aux terres cultivées; de plus, il collabore avec de nombreux groupes de scientifiques et d'experts, répartis entre divers ordres de gouvernement et établissements de recherche, pour produire des estimations au sujet des autres catégories d'affectation des terres.

Pour ce qui est des améliorations prévues, on continuera d'affiner la méthode d'isolement des absorptions et des émissions anthropiques des terres forestières ainsi que la structure du modèle des PLR et les données sur les activités, on achèvera les estimations d'incertitude dans toutes les catégories du secteur ATCATF et l'on intégrera graduellement

une quantification des catégories manquantes d'affectation des terres et de changement d'affectation des terres.

Le reste du chapitre donne des détails sur chaque catégorie du secteur. La section 6.2 donne une vue d'ensemble de la représentation des terres aménagées; la section 6.3 décrit brièvement les Terres forestières; la section 6.4 décrit la catégorie des Produits ligneux récoltés; les sections 6.5 à 6.8 décrivent les catégories des Terres cultivées, des Terres humides et des Établissements; quant à la section 6.9, elle est consacrée aux estimations intercatégorielles de la conversion des Terres forestières à d'autres affectations.

Tableau 6–2 Sommaire des recalculs dans le secteur ATCATF									
Catégories sectorielles			1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016
Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie, TOTAL ¹		kt	- 550	- 770	-1 000	- 850	1 100	1 200	2 400
		%	0,8 %	3,7 %	3,0 %	2,7 %	-3,3 %	-4,7 %	-8,6 %
a.	Terres forestières	kt	0,4	56	- 210	- 330	- 400	- 440	- 500
		%	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %
	Terres forestières dont la vocation n'a pas changé	kt	0,4	56	- 210	- 330	- 400	- 440	- 500
		%	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %
	Terres converties en terres forestières	kt							
		%							
b.	Terres cultivées	kt	- 69	- 56	720	1 500	2 200	2 800	3 300
		%	-0,8 %	0,5 %	-5,9 %	-13 %	-19 %	-24 %	-30 %
	Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé	kt	- 10	- 97	640	1 400	2 000	2 600	3 100
		%	0,7 %	0,7 %	-4,4 %	-9,6 %	-14 %	-19 %	-23 %
	Terres converties en terres cultivées	kt	- 59	41	70	130	200	170	200
		%	-0,6 %	1,1 %	2,7 %	5,0 %	7,9 %	6,5 %	7,7 %
c.	Prairies	kt	- 640	- 850	-1 600	-1 900	- 830	-1 200	-1 200
		%	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %
	Prairies dont la vocation n'a pas changé	kt	- 640	- 850	-1 600	-1 900	- 830	-1 200	-1 200
		%	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %
d.	Terres humides	kt	200	170	160	63	91	140	420
		%	3,9 %	5,7 %	5,6 %	2,1 %	3,0 %	5,2 %	17 %
	Terres humides dont la vocation n'a pas changé	kt	-4,2	180	160	160	150	150	430
		%	-0,3 %	7,5 %	6,9 %	7,1 %	6,9 %	6,4 %	20 %
	Terres converties en terres humides	kt	200	- 17	-0,6	- 94	- 62	-5,9	-8,6
		%	5,6 %	-3,5 %	-0,1 %	-12 %	-8,1 %	-1,4 %	-2,5 %
e.	Établissements	kt	- 36	- 22	- 110	- 190	- 65	- 50	120
		%	-0,9 %	-0,6 %	-3,0 %	-4,7 %	-1,6 %	-1,3 %	3,2 %
	Établissements dont la vocation n'a pas changé	kt							
		%							
	Terres converties en établissements	kt	- 36	- 22	- 110	- 190	- 65	- 50	120
		%	-0,6 %	-0,3 %	-1,8 %	-3,0 %	-1,0 %	-0,8 %	1,9 %
g.	Produits ligneux récoltés	kt	0,2	- 58	- 42	-5,0	39	5,5	280
		%	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
	Conversion de forêts ²	kt	99	61	-2,7	- 130	110	75	380
		%	0,5 %	0,4 %	0,0 %	-0,8 %	0,7 %	0,5 %	2,7 %
Notes :									
1. Comme les chiffres ont été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué. L'annexe 8 décrit le protocole d'arrondissement.									
2. Ne constitue pas une catégorie de déclaration.									

Tableau 6–3 **Résumé des changements dans le secteur ATCATF**

Liste des changements	Catégorie de changement	Années concernées
Terres forestières		
Mise à jour des volumes de la récolte classique d'après les dernières données sur l'exploitation forestière de la BDNF	Mise à jour des données d'activité	2016–2017
Mise à jour des données d'activité pour la conversion des terres forestières de 2005 à 2017	Mise à jour des données d'activité	2005–2017
Terres cultivées		
Intégration des données du Recensement de l'agriculture de 2016 et améliorations à la distribution ajustée selon les données d'observation de la Terre sur le recensement dans le paysage	Mise à jour des données d'activité	Toute la série chronologique
Prairies		
Correction d'une erreur dans la conversion des unités du coefficient d'émission utilisé pour estimer les émissions provenant du brûlage des prairies	Changements aux paramètres et algorithmes du modèle	Toute la série chronologique
Terres humides		
Mise à jour des superficies associées à la mise en eau des réservoirs hydroélectriques du projet McLymont Creek (de 2013 à 2016) et du complexe de la Romaine—aménagement 2 (en 2013) et aménagement 3 (en 2017)	Mise à jour des données d'activité	2013–2017
Mise à jour des données sur les activités pour l'extraction de la tourbe au Québec et au Nouveau-Brunswick	Mise à jour des données sur les activités	Toute la série chronologique
Correction du coefficient d'émission pour les émissions de N ₂ O provenant de l'extraction de la tourbe	Changements aux paramètres et algorithmes du modèle	Toute la série chronologique
Établissements		
Mise à jour des données sur les activités pour la conversion des forêts à des fins d'activités minières en raison des gravières aux aménagements 1, 2 et 3 du complexe de la Romaine; mise à jour de la cartographie des sables bitumineux de 2012 à 2015	Mise à jour des données d'activité	2012–2017
Produits ligneux récoltés		
Mise à jour des volumes de la récolte classique d'après les dernières données sur l'exploitation forestière de la BDNF	Mise à jour des données sur les activités	2016–2017
Mise à jour des données sur les activités de conversion des forêts pour 2005 à 2017	Mise à jour des données sur les activités	2005–2017
Mise à jour des données sur la consommation résidentielle de bois de chauffage	Mise à jour des données sur les activités	2016–2017

6.2. Définition des catégories de terres et représentation des terres aménagées

Pour harmoniser toutes les estimations basées sur les terres, des définitions de travail communes ont été adoptées par tous les groupes chargés d'établir les estimations. Les définitions concordent avec les catégories de terres du GIEC (2006), tout en restant pertinentes pour les pratiques d'aménagement des terres, les conditions environnementales dominantes et les sources de données disponibles au Canada. Le cadre s'applique à toutes les estimations du secteur ATCATF déclarées au titre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

Les terres forestières englobent toutes les superficies boisées d'au moins un hectare présentant une couverture minimale de la couronne des arbres de 25 % et des arbres de cinq mètres de hauteur—ou qui ont le potentiel d'atteindre cette hauteur. Les forêts canadiennes ne subissent pas toutes l'influence directe de l'activité humaine, d'où la question parfaitement légitime que l'on peut

se poser quant aux superficies qui représentent fidèlement les « forêts aménagées ». Pour les besoins de l'inventaire des GES, les forêts aménagées sont celles qui font l'objet d'une exploitation active des ressources en bois d'œuvre et autres (y compris les parcs) ou de mesures de protection contre les incendies. L'annexe A3.5 fournit d'autres précisions sur l'interprétation du concept de « forêts aménagées ».

Les terres agricoles comprennent à la fois les terres cultivées et les prairies agricoles. Les terres cultivées englobent toutes les terres exploitées en cultures annuelles, en jachère d'été et en végétaux pérennes (essentiellement le fourrage, mais aussi les petits fruits, le raisin, les cultures de pépinière, les légumes, les arbres fruitiers et les vergers). Les prairies agricoles sont définies comme des pâturages ou de grands pâturages naturels « non améliorés » qui servent exclusivement à l'alimentation du bétail. On en trouve dans les régions géographiques où les prairies ne retourneraient pas naturellement à l'état de forêt si elles étaient abandonnées : les prairies naturelles à herbe courte dans le sud de la Saskatchewan et de l'Alberta et dans les vallées montagneuses sèches de l'intérieur de la

Colombie-Britannique. Toutes les terres agricoles qui ne sont pas des prairies sont automatiquement classées comme Terres cultivées, y compris les pâturages non améliorés dont la végétation naturelle serait normalement une forêt (Est canadien et majeure partie de la Colombie-Britannique).

Les formations végétales qui ne répondent pas à la définition de Terres forestières ou de Terres cultivées sont généralement classées comme Prairies : les vastes étendues de toundra du Nord canadien sont considérées comme des prairies non aménagées.

Les terres humides sont des zones dont l'état saturé permanent ou récurrent favorise l'établissement d'une végétation et de sols caractéristiques de ces conditions et qui ne sont pas déjà incluses dans les catégories des Terres forestières, des Terres cultivées ou des Prairies agricoles. Actuellement, les terres aménagées comprises dans la catégorie des Terres humides sont celles où l'intervention humaine a directement modifié la nappe phréatique, ce qui inclut les tourbières qu'on a drainées pour en extraire la tourbe, et les terres submergées (réservoirs hydroélectriques) (GIEC, 2006).

La catégorie des Établissements englobe toutes les terres bâties : urbaines, rurales résidentielles, celles consacrées à l'industrie et à l'utilisation à des fins récréatives; les routes, les emprises et autres infrastructures de transport; de même que l'exploration, l'extraction et la distribution des ressources (exploitation minière, pétrolière et gazière). La diversité de cette catégorie a jusqu'ici empêché d'en évaluer toute l'étendue dans le paysage canadien. Toutefois, cet inventaire des GES évalue la conversion des terres forestières, des terres cultivées et des prairies non aménagées (toundra) en établissements, de même que la superficie occupée par les arbres des zones urbaines.

D'autres terres incluant les substrats composés de roche, de glace ou de sol nu, et toutes les superficies terrestres qui n'entrent dans aucune des cinq autres catégories. À l'heure actuelle, seules les émissions découlant de la conversion d'autres terres en réservoirs et pour l'extraction de tourbe sont déclarées, dans la catégorie des Terres humides.

À cause du mode de catégorisation des terres, certaines transitions dans les affectations des terres ne peuvent pas se produire—par exemple, la conversion de forêts en prairies agricoles, étant donné que, par définition, les prairies agricoles

excluent les zones où les forêts peuvent pousser naturellement. Étant donné que les prairies sont définies comme « indigènes », il n'y a, pour ainsi dire, pas de création de prairies.

La période de transition de 20 ans dans le changement d'affectation des terres établie par défaut par le GIEC est appliquée pour toutes les catégories de changement d'affectation des terres, sauf la conversion en terres submergées (réservoirs), pour laquelle on applique une période de transition de 10 ans (GIEC, 2006), et pour la conversion de terres destinées à l'extraction de tourbe, pour lesquelles une période de changement d'affectation des terres d'un an est prise en compte afin de représenter les pratiques de conversion des terres que sont le drainage et l'enlèvement de la couche végétale de surface (acrotelme) en préparation à l'extraction de la tourbe. Cependant, le recours à la période de transition de 20 ans pour la déclaration des superficies terrestres est simplement une question de procédure, puisqu'on utilise des méthodes d'estimation d'un niveau supérieur pour estimer les émissions et les absorptions.

La matrice d'affectation des terres et de changement d'affectation des terres (Tableau 6-4) illustre les superficies d'affectation des terres (cellules diagonales) et les superficies annuelles de changement d'affectation des terres (cellules non diagonales) en 2017. Les cellules diagonales des Terres forestières et des Terres cultivées indiquent les superficies totales d'utilisation du territoire, celles concernant les Prairies se rapportent à la superficie totale des prairies agricoles, et celles des Terres humides et des Établissements ne visent que les zones ayant été le théâtre d'activités causant des émissions. Les terres forestières regroupent l'ensemble des superficies de terres aménagées comprenant des zones touchées par des répercussions anthropiques dont les émissions de GES sont estimées et indiquées dans les tableaux 4.A et 4(V) du CUPR et des zones touchées par les effets de perturbations naturelles (voir le Tableau 6-5). La cellule des Prairies converties en établissements indique la conversion de terres de toundra non aménagées en Établissements dans le nord du Canada (section 6.8.2.2). Les totaux des colonnes correspondent à la superficie totale déclarée dans le cadre uniformisé pour chaque catégorie. Le tableau 4.1 du CUPR donne toute la série chronologique de la matrice d'affectations des terres et de changement d'affectation des terres.

Le système de surveillance des terres du secteur ATCATF comprend la conversion de forêts non aménagées, de prairies et de terres dont la vocation n'avait pas été définie antérieurement en d'autres catégories de terres. Les terres non aménagées converties à d'autres affectations deviennent toujours des terres « aménagées ». Les parcs et les zones protégées sont compris dans les terres aménagées.

Les estimations du secteur ATCATF telles qu'elles sont déclarées dans les tableaux du CUPR sont spatialement rattachées aux « zones de déclaration » du Canada (Figure 6-1), qui correspondent essentiellement aux écozones terrestres du Canada (Marshall et Shut, 1999), à trois exceptions près : les écozones du Bouclier boréal et de la taïga du Bouclier sont subdivisées en secteurs est et ouest pour former quatre zones de déclaration;

Tableau 6-4 **Matrice sur l'affectation des terres et les changements d'affectation des terres pour l'année d'inventaire 2017 (superficie en kha)^{1,2}**

Affectation initiale des terres	Affectation finale des terres					
	Terres forestières ³	Terres cultivées	Prairies ⁴	Terres humides ⁵	Établissements ⁵	Autres Terres
Terres forestières	225 781	12	I	2	22	I
Terres cultivées	NE	47 250	I	NE	11	I
Prairies	I	6	6 383	NE	1	I
Terres humides	I	NE	I	480	NE	I
Établissements	I	NE	I	I	918	I
Autres	I	I	I	1	I	NE

Notes :

1. Les cellules non diagonales montrent les taux annuels de changement d'affectation des terres, c.-à-d. la superficie totale de terres converties au cours de la dernière année d'inventaire.
2. Les superficies présentées dans ce tableau ne sont pas arrondies à des fins de cohérence entre les différents ordres de grandeur dans le tableau et avec les superficies déclarées dans les tableaux du CUPR. Il faut toutefois faire preuve de prudence au moment d'interpréter ces estimations, en raison de l'incertitude associée aux valeurs.
3. Inclut l'ensemble des zones forestières aménagées.
4. Inclut seulement les superficies de prairies agricoles.
5. Inclut seulement les superficies pour lesquelles des estimations sont présentées dans le CUPR.

NE = Non estimé.
I = Inexistant.

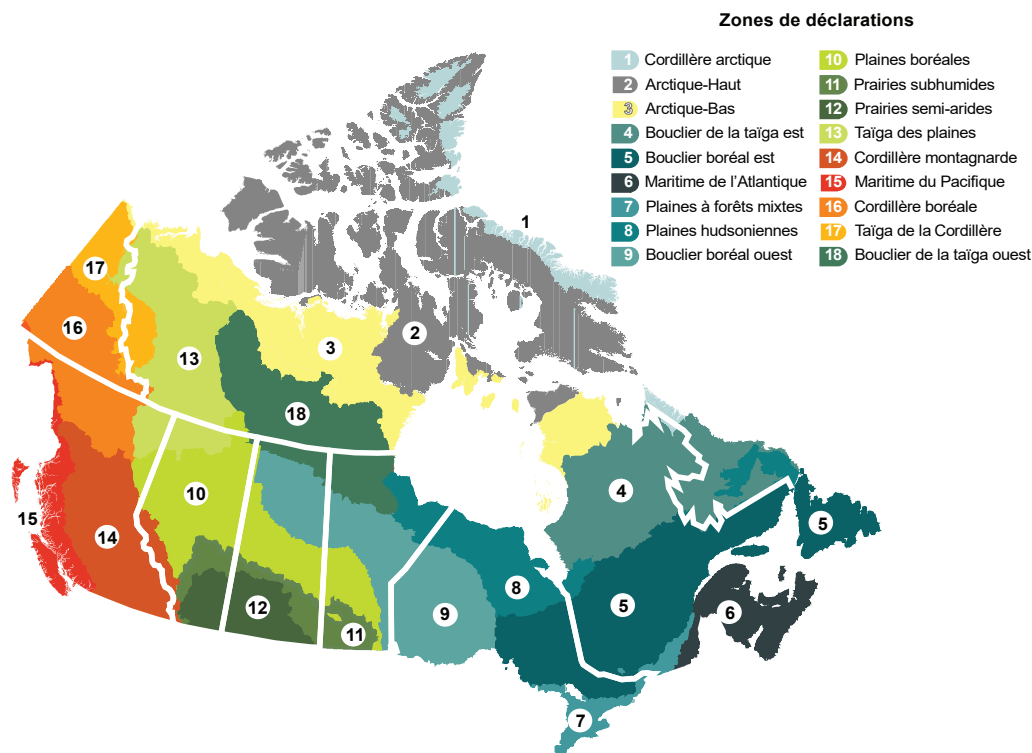
Tableau 6-5 **Superficie des terres forestières dont la vocation n'a pas changé, flux de GES et transferts de carbone pour certaines années¹**

Sous-catégories	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Superficie totale des terres forestières aménagées (kha)	230 000	230 000	230 000	230 000	230 000	230 000	230 000	230 000
Superficie affectée par des effets anthropiques	170 000	170 000	170 000	170 000	170 000	170 000	170 000	170 000
Superficie affectée par des effets de perturbations naturelles	56 000	56 000	55 000	56 000	56 000	57 000	56 000	57 000
Flux nets (kt CO₂)^{2,3}	-240 000	-110 000	-50 000	-120 000	-3 000	76 000	-39 000	66 000
Estimations déclarées	-210 000	-150 000	-160 000	-160 000	-160 000	-150 000	-150 000	-150 000
Émissions et absorptions nettes en raison de perturbations naturelles	-26 000	43 000	110 000	40 000	150 000	230 000	110 000	220 000
Feux de forêt	500 000	430 000	460 000	390 000	500 000	580 000	460 000	560 000
Insectes	4 100	130 000	130 000	140 000	140 000	140 000	140 000	140 000
Autres perturbations naturelles ⁴		59	32	12	12	12	12	12
Régénération à la suite de perturbations ⁵	-530 000	-520 000	-490 000	-490 000	-490 000	-490 000	-480 000	-480 000
Transferts de carbone aux PLR (Mt C)⁶	45	55	42	43	42	44	44	44

Notes

1. Comme les chiffres ont été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué. L'annexe 8 décrit le protocole d'arrondissement.
2. Les signes négatifs indiquent une élimination de CO₂ de l'atmosphère.
3. Le flux net correspond à la somme du bilan net des GES provenant des activités d'aménagement des forêts et des émissions causées par des perturbations naturelles, qui ne sont pas déclarées dans les tableaux du CUPR.
4. Comprend l'effet résiduel de l'ouragan Juan sur les forêts de la Nouvelle-Écosse en 2003.
5. Croissance à la suite de perturbations fondée sur la régénération naturelle des peuplements qui entraîne l'absorption de CO₂.
6. La conception actuelle des tableaux du CUPR pour le secteur ATCATF ne permet pas la représentation du transfert de carbone vers le bassin des PLR utilisés. Ce transfert entre les catégories du secteur ATCATF est présenté ici à titre informatif.

Figure 6-1 **Zones de déclarations aux fins des estimations du secteur ATCATF**



tandis que l'écozone des Prairies est subdivisée en un secteur semi-aride et un secteur subhumide. Les estimations de 17 des 18 zones de déclaration sont présentées, laissant de côté l'écozone la plus nordique du Canada : la Cordillère arctique, où on ne détecte ni émissions ni absorptions directes de GES dues à l'action humaine dans le secteur ATCATF. On trouvera à l'annexe A3.5 d'autres précisions sur le cadre spatial d'estimation et de déclaration.

Les superficies déclarées dans les tableaux du CUPR sont celles qui servent à établir les estimations annuelles, mais pas toujours la superficie totale d'une catégorie ou d'une sous-catégorie de terres au cours d'une année d'inventaire donnée. Les superficies de terres converties en terres submergées (réservoirs) représentent donc une fraction de la superficie totale des réservoirs (ceux qui sont en eau depuis 10 ans ou moins), et non la superficie totale des réservoirs du Canada.

De même, les superficies de terres converties déclarées dans les tableaux du CUPR désignent la superficie totale cumulative convertie

depuis 20 ans (10 ans pour les réservoirs et 1 an pour l'extraction de tourbe); il ne faut donc pas les confondre avec les taux annuels de changement d'affectation des terres. Les tendances observées dans les catégories de terres converties du CUPR (les terres converties en terres forestières, les terres converties en terres cultivées, etc.) résultent de l'équilibre entre la superficie récemment convertie en une catégorie et le transfert des terres converties il y a plus de 20 ans (10 ans pour les réservoirs et 1 an pour l'extraction de tourbe) en catégories de « terres dont la vocation n'a pas changé ».

Les superficies de terres non aménagées restantes déclarées dans le tableau 4.1 du CUPR comprennent les terres non aménagées et aménagées pour lesquelles on ne dispose d'aucune estimation des émissions et des absorptions; ces superficies sont actuellement déclarées pour répondre aux exigences des lignes directrices de la CCNUCC et permettent d'inclure la superficie terrestre totale du pays dans la matrice de transition des terres.

6.3. Terres forestières (catégorie 4.A du CUPR)

Les forêts et autres terres boisées couvrent 400 Mha du territoire canadien; à elles seules, les terres forestières occupent 350 Mha (RNCan, 2018b). Les forêts aménagées couvrent 230 Mha, soit 65 % de l'ensemble des forêts. Quatre zones de déclaration (Bouclier boréal est, Plaines boréales, Cordillère montagnarde et Bouclier boréal ouest) concentrent 69 % des forêts aménagées.

En 2017, le bilan net des GES des terres forestières aménagées correspondait à des absorptions de 150 Mt (Tableau 6-1 et tableau 4 du CUPR), tandis que les émissions des produits ligneux provenant des forêts aménagées du Canada atteignent 125 Mt.

L'estimation des terres forestières comprend les émissions et absorptions nettes de CO₂, de même que les émissions de N₂O et de CH₄ résultant de la combustion des résidus d'abattage. Pour respecter les exigences relatives à la production de rapport de la CCNUCC, les terres forestières aménagées sont subdivisées dans les catégories « Terres forestières dont la vocation n'a pas changé » (230 Mha, absorptions nettes de 150 Mt) et « Terres converties en forêts » (0,04 Mha, absorptions nettes de 0,4 Mt) en 2017.

6.3.1. Terres forestières dont la vocation n'a pas changé (catégorie 4.A.1 du CUPR)

6.3.1.1. Description de la catégorie de puits

Au cours de leur croissance, les arbres absorbent du CO₂ de l'atmosphère par la photosynthèse, et une partie de ce carbone est emmagasinée dans la végétation (biomasse), la matière organique morte (MOM) et les sols. Le dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre retournent dans l'atmosphère par la respiration, la décomposition et la combustion de la matière organique. Les interactions humaines avec les terres peuvent modifier directement l'ampleur et le taux de ces échanges naturels de GES à moyen et à long terme. Les pratiques d'affectation des terres et de changement d'affectation des terres du passé

influent toujours sur les flux actuels de GES émis ou absorbés par les forêts aménagées. Cet effet à long terme constitue une caractéristique unique du secteur ATCATF, qui le distingue des autres secteurs de l'inventaire.

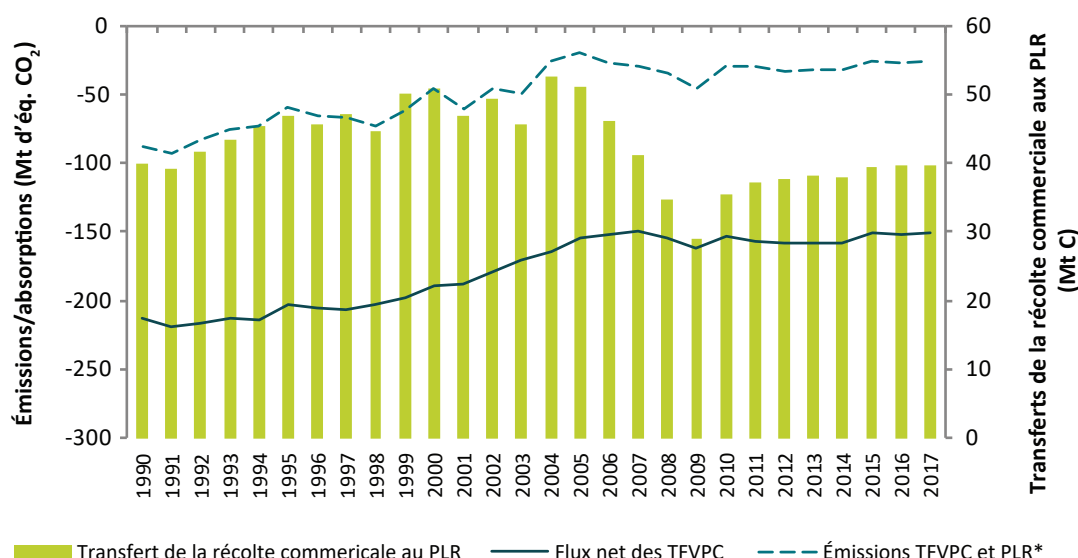
La planification, l'exploitation et la régénération subséquente des forêts sont les principaux effets directs de l'activité humaine sur les émissions et les absorptions par les forêts. L'exploitation forestière transfère le carbone des arbres aux produits ligneux récoltés (PLR) (section 6.4) et produit des résidus (branches, feuilles et essences non commerciales) qui se décomposent sur place ou sont brûlés. Les coupes à blanc réinitialisent l'âge des peuplements à 0, modifiant le taux d'accumulation du carbone dans la biomasse, car les jeunes arbres accumulent peu de biomasse au cours des 30 à 40 premières années. La combinaison des émissions et absorptions des terres forestières et des émissions de carbone provenant de l'exploitation forestière représente les flux nets entre les forêts aménagées et l'atmosphère (Figure 6-2).

Les estimations des absorptions nettes des terres forestières n'incluent pas les effets des perturbations naturelles (feux de forêt, infestations d'insectes et les chablis)⁴ autres que celles d'origine humaine. Les absorptions nettes des terres forestières sont passées de 210 Mt en 1990 à 150 Mt en 2007, et sont demeurées relativement constantes par la suite (Figure 6-2). La baisse des absorptions entre 2000 et 2007 s'explique principalement par les tendances observées dans les zones de déclaration de la Cordillère montagnarde et des Plaines boréales. Dans la Cordillère montagnarde, les infestations d'insectes et les coupes de récupération dans des peuplements infestés ont modifié l'âge moyen des forêts et on y observe maintenant des classes d'âge inférieures et un taux d'accumulation globalement moindre de carbone dans la biomasse⁵ de cette zone de déclaration. Parallèlement, les infestations d'insectes de faible intensité ont fait augmenter la mortalité des arbres sur de grandes superficies, augmentant ainsi les émissions attribuables à la décomposition. De même, dans les Plaines boréales, les taux de récolte ont modifié l'âge moyen des forêts, mais les infestations d'insectes et les

4 Répercussions des perturbations naturelles entraînant un taux de mortalité des arbres de plus de 20 %.

5 L'âge moyen de la forêt dans ce contexte renvoie à la structure de classe d'âge de la forêt et l'absorption de carbone désigne la production primaire nette.

Figure 6–2 Émissions et absorptions associées aux terres forestières



*Incluant les émissions des PLR

incendies ont aussi causé une diminution de la superficie des peuplements forestiers matures sur le plan commercial et, conséquemment, du taux d'absorption de carbone dans la région. Ainsi, l'ampleur de la diminution des absorptions de carbone et de l'augmentation des émissions produites par la décomposition dans ces régions a fait suffisamment baisser les absorptions pour modifier la tendance nationale.

6.3.1.2. Questions de méthodologie

Le Canada estime les émissions et les absorptions de GES des forêts aménagées à l'aide d'une méthode de niveau 3. Le Système national de surveillance, de comptabilisation et de production de rapports sur le carbone des forêts du Canada (SNSCPRCF) s'articule autour d'une approche modélistique (le modèle de bilan du carbone du Service canadien des forêts, aussi appelé MBC-SFC3, Kull *et al.*, 2014, et Kurz *et al.*, 2009). Ce modèle intègre des données d'inventaires forestiers et les courbes de rendement associées, ainsi que des données géospatiales sur la gestion des forêts et les perturbations naturelles afin d'estimer les stocks de carbone des forêts, les variations de ces stocks et les émissions et absorptions de CO₂. Il utilise également

des paramètres climatiques et écologiques régionaux afin de simuler les transferts de carbone entre les réservoirs, vers les produits ligneux récoltés et vers l'atmosphère. Des renseignements supplémentaires sur la méthodologie d'estimation sont disponibles à l'annexe 3.5.2.1.

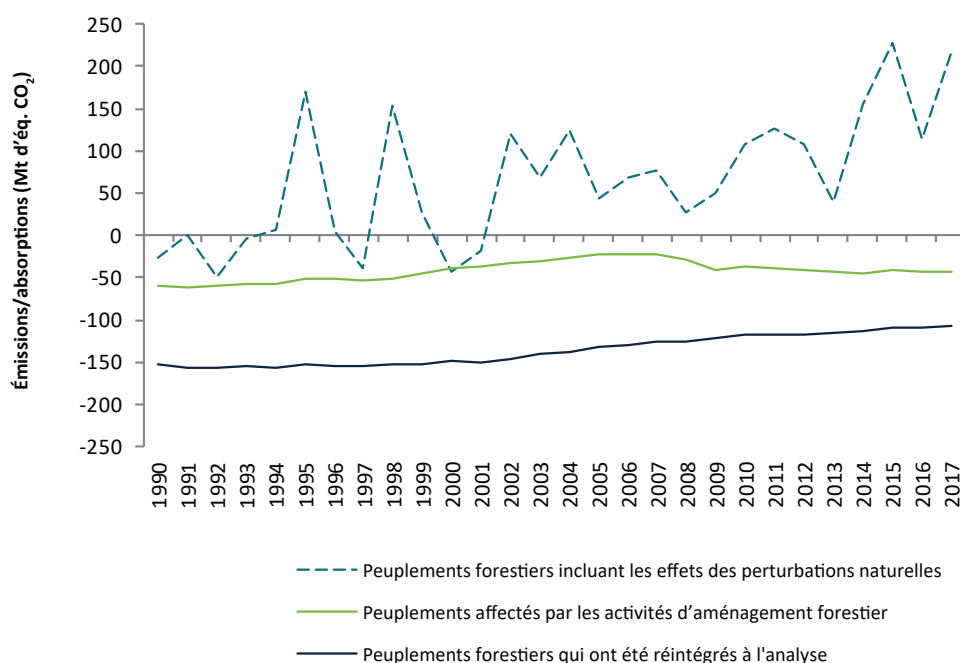
Avant le rapport d'inventaire de 2017, les émissions et les absorptions des terres forestières présentaient une importante variabilité interannuelle due aux effets des perturbations naturelles qui masquaient l'incidence des activités d'aménagement forestier. Le GIEC reconnaît qu'il est difficile pour certains pays de déclarer les émissions produites par les perturbations naturelles et encourage les pays à utiliser des méthodes de niveau 3 afin d'élaborer de nouvelles approches permettant de mieux isoler les répercussions anthropiques (GIEC, 2010). Il est entendu qu'au Canada, les perturbations naturelles sont la cause d'émissions importantes et des absorptions subséquentes lorsque les forêts repoussent après les perturbations (Tableau 6–5). Toutefois, le Canada a élaboré une méthode de niveau 3 pour isoler l'effet des activités anthropiques sur les forêts aménagées. Cette méthode est fondée sur la surveillance, de façon distincte, des peuplements forestiers touchés par des facteurs anthropiques et naturels (Figure 6–3). À des fins de transparence, toutes les émissions et absorptions sont indiquées

dans le présent rapport, mais les données déclarées sont celles des peuplements associés à des facteurs anthropiques dans le but de mieux rendre compte des émissions et des absorptions (Figure 6-3) qui sont plus étroitement liées aux décisions concernant la gestion des terres et de fournir des renseignements afin de mieux orienter les politiques. Les émissions et les absorptions des peuplements touchés de façon prédominante par les effets des perturbations naturelles récentes ne sont pas déclarées avant que ces peuplements aient atteint une maturité sur le plan commercial pour une région; cependant, elles sont indiquées au Tableau 6-5 : aux fins de référence et de transparence. Lorsque les peuplements ont atteint un âge d'exploitation minimum déterminé en fonction de la région et, donc, sont inclus dans la planification de l'aménagement forestier ou sont directement touchés par les activités d'aménagement, ils sont réintégrés dans l'inventaire comme des peuplements touchés par des facteurs anthropiques. Les activités d'aménagement forestier sont la coupe à blanc et la coupe partielle commerciales, l'éclaircie commerciale et pré-commerciale et la coupe de récupération. Des renseignements supplémentaires sur la méthode d'estimation sont disponibles à l'annexe 3.5.2.3 et dans Kurz *et al.* (2018).

Les variations des stocks de carbone dans les forêts aménagées sont indiquées dans le tableau 4.A du CUPR, par zone de déclaration. Pour tout réservoir donné, ces variations tiennent compte non seulement des échanges de GES avec l'atmosphère, mais aussi des transferts de carbone entre bassins, par exemple le transfert entre la biomasse vivante et la matière organique morte lors de la mort du peuplement forestier. Ces variations des stocks de carbone ne fournissent donc aucune indication sur les flux nets entre les réservoirs de carbone des forêts aménagées et l'atmosphère.

La récolte de bois dans les forêts aménagées donne lieu à un transfert de carbone à la fois de la catégorie des Terres forestières à la catégorie des Produits ligneux récoltés (Figure 6-2, Tableau 6-5) et vers les débris ou résidus se décomposant sur place. Le devenir du carbone séquestré dans la matière ligneuse transportée hors site est pris en compte dans le bassin de PLR et la quantité est déclarée dans la catégorie des produits ligneux récoltés. Les émissions de carbone provenant des résidus se décomposant sur place sont déclarées dans la catégorie des Terres forestières. Étant donné les limites des tableaux actuels du CUPR, la quantité de carbone transférée de la forêt au bassin de PLR n'est pas indiquée dans

Figure 6-3 Émissions et absorptions des terres forestières dont la vocation n'a pas changé, par composante de peuplement



le tableau 4.A du CUPR parce que cela entraînerait un calcul automatique des émissions de CO₂ dans la colonne de ce tableau intitulée « émissions/ absorptions nettes de CO₂ », ce qui reviendrait à utiliser la méthode de l'oxydation instantanée pour les PLR. Pour des raisons de transparence, la quantité de carbone transférée est plutôt indiquée dans le tableau 4.G du CUPR comme un apport de carbone dans le bassin de produits utilisés (PLR) sans la retirer des émissions déclarées dans la colonne « émissions/absorptions nettes des PLR utilisés » du tableau 4.G du CUPR. Il est donc important de faire preuve de prudence dans l'interprétation des variations nettes des stocks de carbone dans la biomasse forestière et les réservoirs de matière organique morte (MOM) présentées dans l'actuel tableau 4.A du CUPR, car les pertes de carbone de ces réservoirs n'y sont pas entièrement représentées. Des renseignements supplémentaires sur l'approche de modélisation des PLR du Canada sont présentés à l'annexe 3.5.

Les calculs des émissions de N₂O du sol provenant des pertes nettes de carbone organique du sol (COS) dans les peuplements touchés par des facteurs anthropiques regroupés à l'échelle des unités déclarées indiquent que les émissions potentielles de cette source peuvent être jugées insignifiantes conformément aux dispositions du paragraphe 37(b) des lignes directrices de déclaration de l'inventaire de la CCNUCC (annexe I).

6.3.1.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Estimations de l'incertitude

Des techniques d'analyse numérique sont appliquées pour quantifier les incertitudes liées aux sorties du modèle CBM-CFS3 (Metsaranta *et al.*,

2017). La modélisation de l'ensemble des forêts aménagées du Canada n'est pas faite au moyen d'une seule itération, mais plutôt au moyen de plusieurs itérations distinctes dont les données de sortie sont par la suite assemblées. Pour chaque « projet », 100 itérations du modèle Monte-Carlo sont exécutées à partir des données d'entrée de base du rapport de 2019 (couvrant la totalité de la série chronologique de 1990 à 2017). Les intervalles de confiance sont calculés pour chaque année d'inventaire en échantillonnant au hasard 10 000 combinaisons de toutes les itérations pour chaque année donnée. Des estimations distinctes de l'incertitude ont été établies pour chaque gaz. Pour les années où il n'y a pas de changements majeurs, comme c'est le cas dans le présent rapport, aucune analyse approfondie de l'incertitude n'est réalisée au moyen d'une simulation Monte-Carlo; des intervalles de confiance sont plutôt extrapolés pour chacune des catégories pour l'année de production du rapport.

Sur toute la série chronologique, les incertitudes associées aux estimations annuelles sont exprimées comme un intervalle de confiance de 95 %, délimitées par les 2,5^e et 97,5^e percentiles des résultats des itérations du modèle Monte-Carlo. La plage d'incertitude pour les estimations sur le CO₂ est de 76 Mt en 1990, 82 Mt en 2005 et 83 Mt en 2017 (Tableau 6–6). En moyenne, l'incertitude se situait à ±58 Mt de la valeur médiane des estimations données par les itérations du modèle Monte-Carlo sur toute la série chronologique. Les distributions de probabilité sont asymétriques autour de l'estimation du flux net et sont orientées à la baisse (plus grand puits), et sont représentatives de la nature des distributions des données sur les activités et des paramètres vérifiés dans l'analyse de Monte-Carlo telles qu'elles sont exprimées dans le modèle. Plus

Tableau 6–6 Estimations des flux nets annuels de CO₂, de CH₄ et de N₂O des terres forestières dont la vocation n'a pas changé, délimitées par les 2,5^e et 97,5^e percentiles pour certaines années

Gaz	Année d'inventaire	Flux net (Mt)	2,5 ^e percentile (Mt)	% d'incertitude ¹ (2,5 ^e percentile)	97,5 ^e percentile (Mt)	% d'incertitude (97,5 ^e percentile)
CO ₂	1990	- 213	- 280	32	- 204	-4
	2005	- 156	- 215	38	- 133	-15
	2017	- 152	- 205	35	- 122	-19
CH ₄	1990	0,41	0,32	-22	0,65	59
	2005	0,64	0,53	-16	1,13	78
	2017	0,37	0,28	-24	0,82	122
N ₂ O	1990	0,19	0,15	-25	0,32	65
	2005	0,32	0,27	-16	0,57	78
	2017	0,18	0,14	-25	0,41	126

1. Les plages d'incertitude demeurent relativement constantes pour l'ensemble de la série chronologique. Par conséquent, à mesure que la valeur absolue des émissions et des absorptions diminue, l'erreur proportionnelle augmente. Les valeurs d'incertitude présentées à l'annexe 2.3 sont issues de l'erreur associée à l'erreur proportionnelle de 2017.

de renseignements sur l'approche générale utilisée aux fins de cette analyse sont présentés à l'annexe A3.5.2.4, et on peut trouver une description des méthodes, des hypothèses et des discussions portant sur la nature biaisée d'une distribution marquée par une forte incertitude dans Metsaranta *et al.* (2017).

Cohérence de la série chronologique

Toutes les estimations ont été calculées de manière uniforme, mais certaines sources de données sur les activités ne portent pas sur l'ensemble de la période de déclaration. Les estimations concernant les superficies de forêts aménagées brûlées par des feux de friches entre 1990 et 2003 sont dérivées de la Base nationale de données sur les feux de forêt du Canada⁶ (BNDFFC), qui comprend des renseignements fournis par les organismes provinciaux de gestion des ressources et regroupés et actualisés par le Service canadien des forêts. Les estimations de la superficie incendiée durant la période 2004–2017 proviennent de la Composite nationale des superficies brûlées⁷ (CNSB), dont les données sont dérivées de l'analyse d'images par télédétection, des données de surveillance recueillies par les organismes provinciaux de gestion des ressources et d'une série de règles établies qui, pour chaque incendie, déterminent la source de données la plus précise disponible. Une analyse de la période de recoupement des données montre que les écarts entre les deux séries chronologiques sont faibles et non biaisés. Les processus employés pour quantifier les estimations de superficie incendiée dans la CNSB donnent de meilleures estimations de la superficie incendiée par chaque feu, parce qu'en général ils produisent une information plus détaillée sur les superficies non brûlées dans le périmètre d'incendie. Ainsi, la prise en compte des épisodes d'incendie individuels peut donner une moindre superficie incendiée, mais le nombre total d'épisodes inclus dans la CNSB peut être plus élevé.

Les données disponibles de l'inventaire des forêts ne couvrent pas toutes les mêmes périodes pour l'ensemble du pays; l'annexe 3.5 explique comment les données d'inventaires forestiers provenant de sources diverses ont été harmonisées pour fournir des données complètes, cohérentes et uniformes pour 1990.

6.3.1.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification

Des procédures systématiques et documentées d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) sont mises en œuvre dans quatre domaines : contrôle du déroulement des travaux (manuel), contrôle du modèle (automatisé), contrôle des points repères (manuel) et examens externes. Les résultats des contrôles sont documentés de façon systématique; un système d'enregistrement relève chaque problème, en facilite le suivi et la recherche de solutions. Les contrôles de qualité de niveau 2 (White et Dymond, 2008; Dymond, 2008) traitent spécifiquement de la préparation des estimations dans la catégorie des Terres forestières.

Environnement et Changement climatique Canada, tout en conservant ses propres procédures d'AQ/CQ pour les estimations établies à l'interne (voir la section 1.3, chapitre 1), a adopté des procédures propres à chaque catégorie pour les vérifications de niveau 2 des estimations provenant de ses partenaires, de même que pour toutes les estimations et les données sur les activités versées dans l'entrepôt de données du secteur ATCATF et saisies dans le logiciel CRF Reporter du CUPR. Ces procédures et leurs résultats sont documentés en détail dans les archives centralisées.

Shaw *et al.* (2014) ont comparé les stocks de carbone prédits par le modèle MBC-SFC3 avec les estimations des stocks de carbone de l'écosystème basées sur des parcelles au sol du nouvel Inventaire forestier national du Canada (IFN). Les séries de données de l'IFN sur les stocks de carbone étaient entièrement indépendantes des données d'entrée saisies pour faire des simulations pour chaque parcelle au sol. L'erreur moyenne dans les stocks totaux de l'écosystème, entre les prédictions du modèle et les mesures des parcelles au sol, était de 1 %, tandis que l'erreur dans les réservoirs de biomasse aérienne, de bois mort, de litière et de sols minéraux se chiffrait respectivement à 7,5 %, 30,8 %, 9,9 % et 8,4 %. La contribution de la biomasse aérienne et du bois mort à l'erreur dans les réservoirs pour le sous-total de l'écosystème était faible, mais celle des sols était importante. L'erreur dans les réservoirs de biomasse aérienne et de bois mort se comparait favorablement aux normes proposées dans les lignes directrices du GIEC (GIEC, 2003) pour ces réservoirs (8 % et 30 % respectivement).

6 <http://www.mcan.gc.ca/forets/feux/13160>

7 <http://www.mcan.gc.ca/forets/feux/13160>

Les résultats de cette recherche indiquent qu'il existe de fortes variations propres aux réservoirs, aux régions et aux espèces qu'il convient d'étudier plus amplement.

Dans le cadre des activités d'assurance de la qualité, la méthode du rapport de 2017 pour l'estimation des absorptions et des émissions anthropiques a été examinée par un groupe international d'experts forestiers formé par Environnement et Changement climatique Canada, en octobre 2016. Le groupe d'experts a conclu que cette nouvelle méthode permet de distinguer efficacement les absorptions et les émissions anthropiques attribuables à l'aménagement forestier des effets des perturbations naturelles. Il a aussi indiqué que le critère établi pour catégoriser les peuplements touchés par des infestations d'insectes comme des peuplements touchés par des facteurs anthropiques ou naturels était justifiable. Cependant, il a recommandé que le critère utilisé pour différencier les émissions et les absorptions anthropiques ou naturelles après des perturbations naturelles entraînant le remplacement des peuplements soit propre à chaque région, afin d'incorporer les variations écologiques des forêts. Les changements ont été apportés au rapport de 2018, et l'approche révisée a été examinée et approuvée par des experts provinciaux des forêts.

6.3.1.5. Recalculs

Des recalculs mineurs ont été effectués dans cette catégorie en raison de la mise à jour des données sur les activités. Les recalculs totaux, qui résultent d'une combinaison de l'ensemble des changements, varient entre -0,50 Mt (2016) et +0,16 Mt (2002). Les détails concernant ces changements sont présentés ci-dessous.

Mises à jour des données sur les activités

Les données sur les activités forestières commerciales (coupe à blanc, éclaircie commerciale et brûlage des résidus d'abattage) pour 2016 ont été mises à jour d'après les statistiques de la Base de données nationale sur les forêts (BDNF) pour remplacer les estimations des niveaux d'activités utilisés pour 2016 dans le rapport de 2018. Les cibles de consommation résidentielle de bois de chauffage ont été révisées pour 2016. Enfin, les estimations des activités de déforestation pour la période de 2005

à 2016 ont été révisées de manière à prendre en compte les nouvelles données et l'analyse de la période de cartographie de 2008 à 2016, ce qui a donné lieu à des changements dans les estimations pour les terres forestières (voir la Figure 6-4).

De manière générale, les mises à jour des données sur les activités ont donné lieu à des recalculs mineurs au cours de la dernière partie de la série chronologique pour la période de 2005 à 2016.

6.3.1.6. Améliorations prévues

Parmi les améliorations prévues figurent d'autres études visant à mieux représenter les répercussions de la gestion des forêts sur les estimations des absorptions et des émissions anthropiques des forêts aménagées. Les plans comprennent aussi une analyse détaillée de la sensibilité et de l'incertitude des tendances et un examen de la façon dont les divers composants contribuent à la répartition asymétrique des estimations de l'incertitude des flux nets.

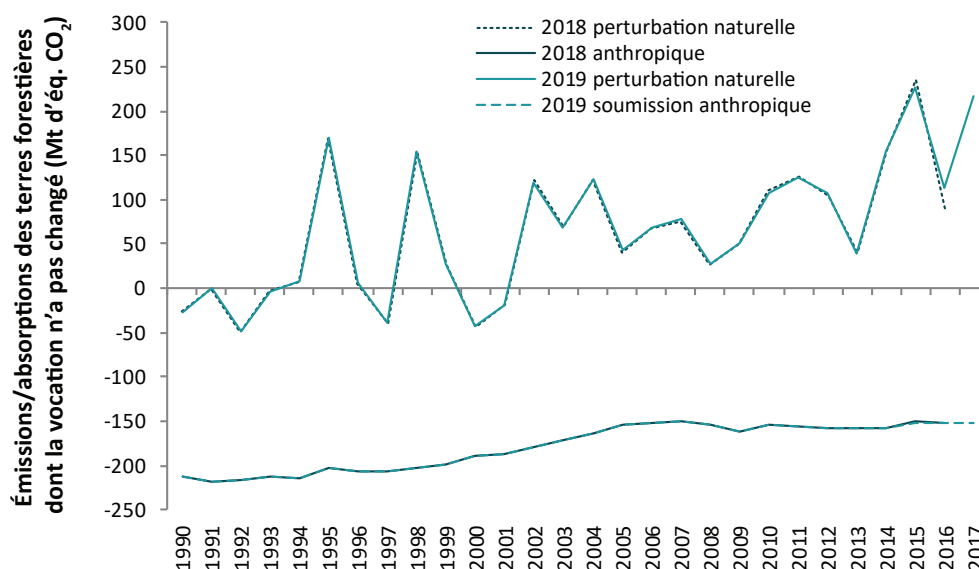
6.3.2. Terres converties en terres forestières (catégorie 4.A.2 du CUPR)

6.3.2.1. Description de la catégorie

Cette catégorie comprend toutes les Terres converties en terres forestières par les activités humaines. La plantation d'arbres après la récolte n'est pas comprise, pas plus que les terres agricoles abandonnées où on laisse repousser la végétation naturelle; c'est pourquoi cette catégorie désigne plus précisément l'établissement de forêts sur des terres qui n'étaient pas auparavant affectées à la foresterie (généralement des terres agricoles abandonnées).

La superficie cumulative totale des terres déclarées dans cette catégorie a diminué, passant de 170 kha en 1990 à 36 kha en 2017. Cette tendance reflète le transfert progressif des terres boisées il y a plus de 20 ans à la catégorie des Terres forestières dont la vocation n'a pas changé ainsi que le manque de données récentes sur les taux actuels d'établissement de forêts. Quatre-vingts pour cent de l'ensemble des terres agricoles converties en terres forestières depuis 20 ans sont situés dans l'est du Canada (zones de déclaration Maritime de l'Atlantique, des Plaines à forêts mixtes et du

Figure 6-4 Recalculs pour les terres forestières dont la vocation n'a pas changé



Bouclier boréal est) et seulement 15 % dans les Prairies (zones de déclaration du Bouclier boréal ouest, des Plaines boréales et des Prairies subhumides), l'autre 7 % étant dans l'Ouest canadien (zone Maritime du Pacifique et Cordillère montagnarde).

Les absorptions nettes ont baissé au cours de la période, passant de 1,1 Mt en 1990 à 0,4 Mt en 2017. On observe une accumulation nette de carbone principalement dans la biomasse (90 Gg C en 2017—tableau 4.A du CUPR); la séquestration du carbone dans le sol est négligeable et le restera parce que cette catégorie ne comprend que des plantations qui sont âgées de moins de 20 ans. Pour la même raison et compte tenu de l'accroissement net relativement lent des arbres plantés dans les premières années, la sous-catégorie dans son ensemble ne devrait pas contribuer de manière significative au bilan net de GES des Terres forestières. Dans la prise en compte de ces tendances, il faut également souligner que les données de cette analyse ne sont pas exhaustives.

6.3.2.2. Questions de méthodologie

L'Étude de faisabilité du boisement comme mode de piégeage du carbone (EFBMPC) a recueilli et compilé des données sur le boisement pour la période 1990–2002 (RNCAN, 2005a). Au cours de cette période, les plantations de résineux, en particulier d'épinettes et de pins, constituaient 90 % de la superficie plantée. Les activités relatives aux périodes 1970–1989 et 2003–2008 ont été estimées en fonction des taux d'activité observés dans les données de l'EFBMPC, complétés par les renseignements obtenus dans le cadre de l'Évaluation de la démonstration de plantations de Forêt 2020 (RNCAN, 2005b). Aucune nouvelle donnée sur les activités de boisement n'a été recueillie pour les années d'inventaire 2009–2017.

Les émissions et les absorptions de GES sur les terres récemment converties en forêts ont été estimées à l'aide du modèle MBC-SFC3, tel que décrit à l'annexe A3.5. Les fluctuations des stocks de carbone dans le sol sont hautement incertaines, en raison des difficultés liées à l'obtention de données sur les stocks de carbone avant la plantation. On a présumé que l'écosystème accumulerait généralement lentement le carbone dans le sol. Compte tenu de l'échéancier limité de cette analyse et de l'ampleur des activités concernant

d'autres activités d'affectation des terres et de changement d'affectation des terres, on peut en déduire que l'impact de ce degré d'incertitude, s'il existe, est minime.

6.3.2.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Des défis importants restent encore à relever, étant donné l'absence d'un système national de surveillance du boisement, et parce qu'il n'est actuellement pas possible d'effectuer une simulation de Monte-Carlo au moyen de la structure d'entrée des données du modèle pour cette catégorie. Compte tenu de ces limites, les estimations initiales du degré d'incertitude ont été établies d'après le jugement d'experts. On présume que l'estimation des intervalles de confiance de 95 % pour cette catégorie pouvait être de 10 % inférieure ou de 200 % supérieure à la valeur déclarée.

6.3.2.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification

Les contrôles de qualité de niveau 2 (Dymond, 2008) traitent spécifiquement de la préparation des estimations dans la catégorie des Terres forestières. Environnement et Changement climatique Canada, tout en conservant ses propres procédures d'AQ/CQ pour les estimations établies à l'interne (voir la section 1.3, chapitre 1), a adopté des procédures particulières pour les estimations provenant de ses partenaires, de même que pour toutes les estimations et les données sur les activités versées dans l'entrepôt de données ATCATF, et saisies dans le logiciel CRF Reporter du CUPR.

6.3.2.5. Recalculs

Cette catégorie de source n'a fait l'objet d'aucun recalcul.

6.3.2.6. Améliorations prévues

Peu d'information sur les activités de boisement est présentement accessible, mais on s'efforce d'obtenir des données sur les dernières années auprès des organismes provinciaux et territoriaux chargés de la gestion des ressources. À mesure que de nouvelles données seront disponibles, les estimations du degré d'incertitude seront raffinées.

6.4. Produits ligneux récoltés (catégorie 4.G du CUPR)

6.4.1. Description de la catégorie de source

La catégorie des produits ligneux récoltés (PLR) est déclarée en conformité avec l'approche de décomposition simple décrite à l'annexe du Volume 4, chapitre 12, des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006). Cette approche est semblable à la méthode de production, mais en diffère à l'égard du bassin de PLR qui est traité comme étant un transfert de carbone lié à l'exploitation forestière et, par conséquent, elle ne suppose pas l'oxydation instantanée du bois au cours de l'année de récolte (de plus amples informations se trouvent à l'annexe 3.5).

Les émissions associées à cette catégorie résultent de l'utilisation et de l'élimination des PLR qui sont fabriqués à partir de bois provenant d'activités de récolte et de conversion des forêts au Canada et qui sont consommés soit au pays, soit ailleurs dans le monde. Les produits éliminés au terme de leur vie utile sont considérés comme étant immédiatement oxydés.

Les émissions de cette source sont principalement influencées par la tendance des taux de récolte forestière et l'impact à long terme des niveaux de récolte, débutant durant l'année où le carbone commence à être stocké dans un bassin de PLR utilisés. Par conséquent, les émissions ont fluctué entre 120 Mt en 2009 (plus faible année de récolte) et un plafond de 150 Mt en 1995. En 2017, les PLR représentaient des émissions totales de 130 Mt, soit une valeur semblable à celle de 1990 (Tableau 6-7).

Les émissions des PLR sont inextricablement liées aux émissions/absorptions des terres forestières, dans ce sens que la somme des émissions/absorptions nettes des terres forestières et des émissions des PLR fournit une estimation des émissions/absorptions nettes totales de la forêt aménagée (Figure 6-2).

6.4.2. Questions de méthodologie

Un modèle propre au Canada, le Système national de surveillance, de comptabilisation et de production de rapports concernant le carbone des forêts du Canada pour les produits ligneux

récoltés (SNSCPRCF–PLR), est utilisé pour surveiller et quantifier le devenir du carbone hors site, ailleurs qu'au point de récolte en forêt ou de conversion de la forêt. Ce modèle permet un suivi des sous-bassins de PLR et des flux de carbone entre les sous-bassins, au fil du cycle de vie des produits ligneux (fabrication, utilisation, commerce et élimination).

Plus concrètement, le modèle des produits ligneux récoltés prend, dans le modèle de l'écosystème, la production de carbone du bois récolté, il en exporte une partie comme bois rond, il convertit tout le bois récolté en produits, il exporte une partie des produits fabriqués et il fait un suivi des quantités de carbone ajoutées aux PLR ou qui sont prélevées des PLR en utilisation ou servant à des fins bioénergétiques.

Les intrants du modèle (voir le Tableau 6–7) incluent la masse annuelle de carbone résultant de la récolte contemporaine classique et de la récolte de bois de chauffage résidentiel dans les terres forestières, et une portion relativement faible des activités de conversion des forêts (environ 2,4 % de tous les intrants de toute année) transférées du modèle MBC-SFC3 (voir la section 6.3.1.2). Pour les récoltes

historiques, les intrants proviennent de données historiques de Statistique Canada sur la production de biens, à un niveau national de résolution spatiale couvrant la période de 1900 à 1989.

Les données sur le volume annuel de bois de chauffage résidentiel et de résidus de bois industriel sont fournies par le Secteur de l'énergie. Les données sur le bois de chauffage résidentiel proviennent d'enquêtes réalisées par TNS Global/ Canadian Facts en 1996, 2006 et 2012, tandis que les données sur la consommation industrielle de bois de chauffage sont tirées du Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada (BDEEC). Les annexes 3.1 (sources de données) et 3.5 contiennent plus d'information sur la méthode d'estimation, les sources de données et les paramètres employés dans le modèle.

Pour ce qui est des quantités de carbone associées aux volumes de bois de chauffage résidentiel communiqués par le Secteur de l'énergie, 87 % du volume total du bois de chauffage sert de données d'entrée aux simulations de la récolte de bois de chauffage dans la forêt

Tableau 6–7 **Stocks de carbone dans le bassin de PLR, et émissions résultant de leur utilisation et de leur élimination**

Sous-catégories de source / Produits de base	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Stocks de carbone (Mt C)¹								
Apports	49	58	44	45	44	46	46	46
Récolte conventionnelle ²	40	51	38	38	38	39	40	40
Conversion de forêts ²	1,8	1,2	1,0	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9
Bois de chauffage résidentiel ³	6,9	5,2	5,5	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Exportations	19	31	19	20	21	21	21	21
Stocks nets ⁴	330	520	560	570	570	580	590	590
Émissions (Mt CO₂)¹	130	140	130	130	130	130	130	130
Récolte nationale	86	67	63	66	65	65	66	66
Bois massif—Bois scié	5,4	5,7	6,3	6,4	6,5	6,5	6,6	6,8
Bois massif—Panneaux de bois	2,7	3,2	3,9	4,0	4,0	4,1	4,2	4,3
Autres produits de bois massif	0,9	1,9	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Pâtes et papiers commerciaux	8,3	0,7	1,8	2,5	2,8	3,0	3,0	2,7
Bois de chauffage—Résidentiel et commercial	45	50	45	46	46	46	46	46
Résidus de transformation du bois	23	5	4	5	4	4	4	4
Échelle mondiale, issues de la récolte canadienne	42	72	65	64	64	63	62	62
Bois massif—Bois scié	9,9	16	17	18	18	18	18	19
Bois massif—Panneaux de bois	0,8	4,0	4,9	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5
Autres produits de bois massif	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pâtes et papiers commerciaux	31	50	40	39	39	38	37	36
Résidus de transformation du bois	0,5	2,1	1,9	2,1	2,0	1,8	1,7	1,7

Notes :

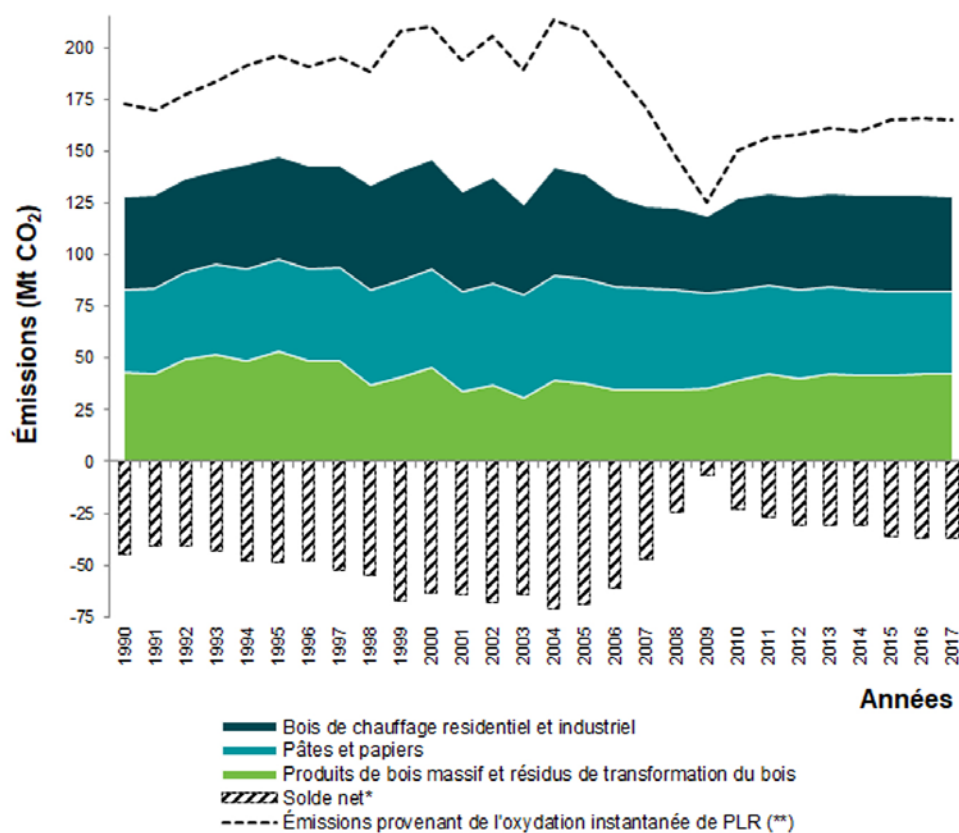
1. Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué. Le protocole d'arrondissement est décrit à l'annexe 8.
2. Carbone estimé par le modèle MBC-SFC3 sous forme de biomasse ligneuse résultant des activités d'exploitation et de conversion des forêts au Canada et qui serait déclaré comme déperdition de C dans le tableau 4.A du CUPR sous la rubrique des terres forestières dont la vocation n'a pas changé et dans les tableaux 4.B, 4.D et 4.E sous les sous-catégories reliées à la conversion des forêts si l'on appliquait la méthode de l'oxydation immédiate pour les PLR. Comprend une petite proportion de carbone utilisé pour le bois de chauffage résidentiel.
3. Inclut uniquement le carbone provenant du bois de chauffage résidentiel récolté dans des forêts aménagées, selon les estimations du modèle MBC-SFC3. Ce carbone serait déclaré comme déperdition de C dans le tableau 4.A du CUPR sous la rubrique des terres forestières dont la vocation n'a pas changé, si l'on appliquait la méthode de l'oxydation immédiate pour les PLR.
4. Étant donné que les intrants du modèle tiennent compte des récoltes depuis 1900, les stocks nets, pour la période de déclaration, peuvent inclure le C du bois récolté avant 1990.

aménagée. L'autre 13 % du volume de bois du secteur de l'énergie provient des produits de post-consommation (détails à l'annexe 3.5).

La tendance des émissions issues de l'élimination des PLR est le fruit combiné de la production historique de produits de base et du cycle de vie des divers produits de base (Tableau 6-7). L'incidence de tout changement important dans les niveaux de récolte, ou dans l'amalgame de produits de base, est donc rééchelonnée sur plusieurs années et décennies subséquentes, à mesure que les produits de base cessent graduellement d'être utilisés. Le tableau 4.G du CUPR présente les données sur les activités et les estimations annuelles des apports de carbone, les modifications de stocks dans le bassin de PLR et les émissions nettes résultantes pour chaque bien.

Pour la période 1990-2007, les émissions résultant de l'inclusion du bassin des PLR (aires empilées dans la Figure 6-5) sont considérablement inférieures aux émissions que donnerait l'application d'une approche d'oxydation instantanée (ligne pointillée dans la Figure 6-5), comme c'était le cas des rapports antérieurs à 2015, avec des réductions qui varient de -41 Mt en 1991 et 1992 à -72 Mt en 2004 (plus forte année de récolte) (barres dans la Figure 6-5). Ces écarts marqués surviennent parce que le volume de carbone du bois prélevé des forêts durant l'année de déclaration était de loin supérieur au volume de carbone transféré dans le bassin de PLR au cours des dernières années, avec un plus faible taux de récolte, et au volume de carbone dans les produits qui ont été éliminés durant l'année

Figure 6-5 Émissions du bassin de PLR selon la méthode de décomposition simple



* Le « solde net » est la différence entre le CO₂ transféré dans le bassin de PLR et les émissions du PLR. La structure actuelle des tables CRF ne permet pas de déclarer cette valeur.

** Cette série de données représente le solde net de carbone transféré annuellement des forêts vers le bassin de PLR en unité CO₂, c.-à-d. les émissions qui résulteraient de l'utilisation d'une approche d'oxydation instantanée et est présentée ici uniquement pour fins de référence.

de déclaration. À l'inverse, après 2007, malgré des taux de récolte inférieurs (notamment en 2009), les émissions des PLR demeurent élevées par rapport aux estimations fondées sur l'oxydation immédiate résultant des taux de récolte supérieurs des années précédentes, qui continuent de contribuer aux émissions estimées durant l'année de déclaration.

6.4.3. Incertitudes et cohérence de la série chronologique

Dans l'évaluation du degré d'incertitude pour les PLR, on a varié les paramètres du modèle dans les simulations de Monte-Carlo tout en effectuant deux simulations supplémentaires fondées sur les données d'entrée des niveaux de PLR minimum et maximum résultant des analyses de l'incertitude du modèle MBC-SFC3 (écosystème). Ces passes servent à estimer l'incertitude combinée des deux systèmes pour tout le carbone contenu dans les produits récoltés depuis 1990 (Tableau 6–8). Pour les années où il n'y a pas de changements majeurs, aucune analyse approfondie de l'incertitude n'est réalisée au moyen d'une simulation Monte-Carlo; des intervalles de confiance sont plutôt extrapolés pour chacune des catégories pour l'année de production du rapport. Des renseignements supplémentaires sur la méthodologie d'estimation sont disponibles à l'annexe 3.5.

6.4.4. Recalculs

Des recalculs mineurs ont été effectués pour la catégorie des PLR en raison des mises à jour des données sur les activités pour l'exploitation forestière, la conversion des forêts et la récolte de

bois de chauffage. Par conséquent, les émissions totales des PLR ont baissé de 0,1 Mt en 2005 et augmenté de 0,3 Mt en 2016.

6.4.5. Améliorations prévues

On travaille à l'amélioration des données sur les activités concernant la récolte et l'utilisation du bois de chauffage résidentiel au Canada. Puisqu'une partie du bois de chauffage résidentiel provient vraisemblablement de la biomasse ligneuse située hors de la forêt aménagée et hors des terres touchées par la conversion de forêts, il faudra apporter des améliorations pour mieux répartir les volumes de bois de chauffage récoltés selon les bonnes affectations des terres.

On entend également incorporer les effets des résidus du bois et du papier dans les sites d'élimination des déchets solides, établir des demi-vies propres au pays, élargir la couverture temporelle, actuellement limitée par les données disponibles et affiner la représentation régionale de la production de produits et la résolution extérieure (ajout d'un plus grand nombre de régions d'exportation).

6.5. Terres cultivées (catégorie 4.B du CUPR)

Les terres cultivées couvrent environ 47 Mha du territoire canadien. En 2017, le bilan net des GES dans cette catégorie correspondait à des absorptions de 6,8 Mt (Tableau 6–1). Pour les besoins des rapports de la CCNUCC, les terres cultivées

Tableau 6–8 Estimations des émissions de CO₂ provenant des produits ligneux récoltés pour certaines années, délimitées par les 2,5^e et 97,5^e percentiles

Année d'inventaire	Source d'apports de C	Émissions (Mt CO ₂)	2,5 ^e percentile (Mt)	% d'incertitude (2,5 ^e percentile)	97,5 ^e percentile (Mt)	% d'incertitude (97,5 ^e percentile)
1990	Récolte conventionnelle—depuis 1990	50,2	34,9	-30	63,0	26
	Conversion de forêts—depuis 1990	3,1	2,7	-14	3,4	9
	Récolte de bois de chauffage résidentiel	21,3	21,3	0	21,3	0
	Récolte historique—depuis 1990	53,3	48,5	-5	58,6	3
2005	Récolte conventionnelle—depuis 1990	104,1	94,5	-9	111,4	7
	Conversion de forêts—depuis 1990	3,0	2,8	-8	3,2	5
	Récolte de bois de chauffage résidentiel	16,0	16,0	0	16,0	0
	Récolte historique—depuis 1990	15,5	14,6	-9	16,1	10
2017	Récolte conventionnelle—depuis 1990	97,2	93,8	-4	100,3	3
	Conversion de forêts—depuis 1990	2,6	2,6	0	2,6	0
	Récolte de bois de chauffage résidentiel	16,6	16,6	0	16,6	0
	Récolte historique—depuis 1990	11,4	10,9	-6	11,8	4

sont subdivisées en terres cultivées dont la vocation n'a pas changé (absorptions nettes de 9,6 Mt en 2017) et en terres (forêts ou prairies) converties en terres cultivées (émissions nettes de 2,6 Mt et de 0,2 Mt, respectivement, en 2017). Les estimations concernant les terres converties en terres cultivées englobent les émissions et les absorptions nettes de CO₂, de même que les émissions de N₂O et de CH₄.

6.5.1. Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé (catégorie 4.B.1 du CUPR)

Parmi les terres agricoles travaillées au Canada, il y a les terres de grande culture, les jachères, les champs de foin et les pâturages artificiels ou ensemencés. Les terres cultivées sont surtout présentes dans les neuf zones de déclaration les plus méridionales. Près de 83 % des terres cultivées du Canada se trouvent dans les plaines de l'intérieur de l'Ouest, qui correspondent aux zones de déclaration des Prairies semi-arides et subhumides et des plaines boréales. On trouve un autre 12 % de terres cultivées dans la zone de déclaration des plaines à forêts mixtes.

La rubrique Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé englobe les émissions/absorptions de CO₂ par les sols minéraux, les émissions de CO₂ résultant du travail des sols organiques et les émissions/absorptions de CO₂ résultant des fluctuations survenues dans la biomasse ligneuse provenant des cultures spécialisées, des arbres et des arbustes et des terres qui ne répondent pas à la définition d'une forêt. Une méthode de niveau 2 améliorée sert à estimer les émissions et les absorptions de CO₂ par les sols minéraux attribuables à une modification des pratiques d'aménagement des terres.

6.5.1.1. Émissions et absorptions de CO₂ par les sols minéraux

Les sols minéraux constituent la majeure partie des terres cultivées (> 99 %). La quantité de carbone organique piégée dans le sol est fonction de la production végétale et du taux de décomposition du carbone organique du sol (COS). Les méthodes de travail du sol et d'aménagement peuvent entraîner une hausse ou une baisse de la quantité de carbone organique stockée dans les sols. Cette fluctuation du COS entraîne des émissions de CO₂ dans l'atmosphère ou des absorptions.

En 1990, les changements apportés à l'aménagement des sols minéraux ont représenté une absorption nette de CO₂ de 1,2 Mt (Tableau 6–9). L'absorption par ce puits de carbone que sont les sols a graduellement augmenté pour atteindre 16 Mt en 2006, avant de redescendre graduellement à 9,4 Mt en 2017. La tendance à la hausse des absorptions au cours des 17 premières années reflète partiellement la réduction de 92 % de la superficie des terres mises en jachère de 1990 à 2017 et l'augmentation des pratiques de conservation du sol (passant de 11 Mha en 1990 à 27 Mha en 2017) (Campbell *et al.*, 1996; Janzen *et al.*, 1998; McConkey *et al.*, 2003). De plus, la proportion des cultures pérennes par rapport aux cultures annuelles augmente depuis 1990, et le changement net de la gamme de cultures a produit 2,2 Mt d'émissions en 1990 et 5,0 Mt d'absorptions en 2006.

Par contre, depuis 2006, les cultures annuelles représentent une portion plus importante de la gamme de cultures et l'adoption des pratiques culturales de conservation du sol a diminué. De plus, l'activité du sol comme puits à la suite des changements passés s'approche de l'état d'équilibre où l'ajout de carbone organique est contrebalancé par les pertes de carbone organique résultant de la décomposition. Par conséquent, depuis 2006, les absorptions nettes ont reculé d'environ 6,6 Mt, principalement parce que les cultures pérennes représentent une portion moins importante de la gamme de cultures.

Questions de méthodologie

Conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC, on a établi que les fluctuations du COS étaient attribuables à des changements dans la gestion des sols. Si aucun changement au niveau de la gestion n'était décelé, on présumait que les sols minéraux ne piégeaient pas plus qu'ils ne perdaient de carbone.

VandenBygaart *et al.* (2003) ont compilé les données publiées tirées d'études de longue durée menées au Canada pour évaluer l'effet de la gestion des terres agricoles sur le COS et ont sélectionné les pratiques de gestion clés et les changements dans les pratiques qui allaient servir à estimer les changements survenus dans les stocks de carbone du sol pour lesquels des données sur les activités (série chronologique des pratiques d'aménagement) figuraient dans le Recensement

Tableau 6-9 Émissions et absorptions, pour l'année de référence et des années récentes, associées à divers changements dans l'aménagement des terres cultivées dont la vocation n'a pas changé

Catégories	Changement d'aménagement des terres (CAT)	Émissions/Absorptions (Gg CO ₂) ¹							
		1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total des terres cultivées dont la vocation n'a pas changé		-1 300	-15 000	-14 000	-13 000	-12 000	-11 000	-10 000	-9 600
Culture des histosols		300	300	300	300	300	300	300	300
Cultures ligneuses pérennes		- 410	- 520	-530	- 510	- 500	- 480	- 470	- 490
Total—sols minéraux		-1 200	-15 000	-14 000	-13 000	-12 000	-11 000	-10 000	-9 400
Changement de la gamme de cultures	Hausse des cultures pérennes	-4 300	-12 000	-12 000	-11 000	-11 000	-11 000	-11 000	-11 000
	Hausse des cultures annuelles	6 500	7 500	9 500	10 000	11 000	12 000	12 000	13 000
Changement des méthodes de travail du sol	Classique à réduit	- 890	-1 100	- 870	- 830	- 790	- 760	- 720	- 690
	Classique à sans labour	- 430	-3 600	-3 800	-3 800	-3 700	-3 700	-3 600	-3 500
	Autre	- 0.5	- 860	-1 100	-1 100	-1 000	-1 000	-1 000	- 980
Changement des jachères	Hausse des jachères	2 500	2 000	1 700	1 600	1 600	1 600	1 500	1 500
	Baisse des jachères	-4 800	-8 500	-9 400	-9 500	-9 500	-9 600	-9 700	-9 700
Conversion des terres—Émissions résiduelles ²		170	1 700	1 900	1 900	1 800	1 800	1 800	1 800

Notes :

1. Les signes négatifs indiquent une absorption de CO₂ atmosphérique.

2. Ces émissions résiduelles nettes de CO₂ proviennent de conversions de terres forestières et de prairies en terres cultivées qui se sont produites plus de 20 ans avant l'année d'inventaire, y compris les émissions attribuables à la décomposition de la biomasse ligneuse et de la MOM.

de l'agriculture. On sait qu'un certain nombre de pratiques de gestion accroissent le COS dans les terres cultivées; il s'agit notamment de la réduction de l'intensité du travail du sol, de l'intensification de l'assolement, de l'adoption de pratiques favorisant le rendement et du rétablissement de la végétation pérenne (Janzen *et al.*, 1997; Bruce *et al.*, 1999). D'autres changements dans l'aménagement des terres (CAT), comme l'irrigation et l'épandage de fumier et d'engrais, ont également des effets positifs sur la quantité de COS. Le manque de données sur les activités de ces CAT pour certaines cultures empêche pour l'instant de les incorporer dans l'inventaire. Les estimations des changements dans le CO₂ des sols minéraux sont tirées des types de changements suivants intervenus dans l'aménagement des terres :

- changement de la proportion des cultures annuelles et pérennes;
- changement dans les méthodes de travail du sol;
- changement dans la superficie en jachère.

On a estimé les émissions et les absorptions de carbone en appliquant les coefficients d'émission et d'absorption du carbone propres au pays, multipliés par la superficie de terre ayant subi des changements. Les calculs ont été effectués à l'échelle des polygones des pédo-paysages du Canada (PPC) (voir l'annexe 3.5.1). Les coefficients d'émission/absorption du carbone représentent le taux de fluctuation du

COS par an et par unité de surface soumise à un changement d'aménagement des terres.

L'impact du changement dans l'aménagement des terres sur le COS varie en fonction des conditions initiales. L'estimation la plus exacte de la variation des stocks de carbone des sols pourrait donc être obtenue en tenant compte individuellement des effets cumulatifs des antécédents de gestion à long terme de chaque parcelle de terrain ou champ cultivé. L'inventaire repose principalement sur le *Recensement de l'agriculture* pour estimer les superficies de CAT mises en cause (par exemple variations des méthodes de travail, types de cultures et jachères), qui ne sont pas explicites sur le plan spatial. On a déterminé individuellement la superficie de CAT pour 3 404 polygones des pédo-paysages du Canada (PPC) où se déroulent des activités agricoles, cette superficie étant de l'ordre de 1 000 à 1 000 000 hectares. Il s'agit du niveau de résolution le plus fin possible des données sur les activités reliées à une pédostrate écologique. Étant donné que seule la superficie faisant l'objet de chaque pratique est connue pour chaque année du recensement, seule la superficie nette de changement dans les méthodes d'aménagement des terres peut être estimée. Les estimations de ces CAT sont aussi proches que possible de la superficie brute de CAT pour les analyses régionales ou nationales.

La validité des estimations des CAT basées sur les données de recensement repose sur deux hypothèses essentielles : l'additivité et la réversibilité

des coefficients de variation du carbone. L'additivité présume que les effets combinés de différents CAT ou de CAT à différents moments sont identiques à la somme des facteurs de chaque CAT pris individuellement. La réversibilité part de l'hypothèse que les effets sur le carbone d'un CAT dans un sens (par exemple conversion des cultures annuelles en cultures pérennes) sont l'opposé des effets sur le carbone du CAT dans le sens opposé (par exemple la conversion de cultures pérennes en cultures annuelles).

Les divers coefficients de variation du carbone qui se rattachent à chaque situation particulière (à la fois dans l'espace et le temps) ont été calculés à l'aide du modèle CENTURY (version 4.0) en comparant les résultats de scénarios « avec » et « sans » le changement de gestion en question. Dans des cas précis, on a utilisé des données empiriques pour compléter les résultats du modèle CENTURY.

On trouvera une description plus détaillée des méthodes permettant de calculer les coefficients de variation du carbone et d'autres paramètres clés à l'annexe 3.5.

Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

On a estimé l'incertitude à l'aide d'une méthode de niveau 1. Les incertitudes associées aux émissions ou aux absorptions de CO₂ couvrent les estimations des incertitudes concernant la superficie et les coefficients de variation du carbone dans les CAT visant les jachères, le travail du sol et les récoltes annuelles ou pérennes (McConkey *et al.*, 2007).

L'incertitude associée à la superficie assujettie à une pratique d'aménagement à un moment donné varie en raison inverse de la proportion de la superficie totale des terres agricoles de l'écodistrict qu'elle représente. L'incertitude relative de la superficie d'une pratique de gestion (exprimée comme l'écart type d'une population supposée normale) a baissé, passant de 10 % à 1,25 % de la superficie à mesure qu'augmentait la superficie relative de cette pratique⁸.

On a réparti les incertitudes associées aux coefficients de variation du carbone dans le cas des jachères, du travail du sol et des cultures

annuelles ou pérennes selon deux grandes sources : 1) incertitude liée au processus dans les variations du carbone à cause des imprécisions dans la prédiction de ces changements, même lorsque la situation de la pratique de gestion est parfaitement définie, et 2) incertitude situationnelle à cause de la variation de l'emplacement ou du moment de l'aménagement. On trouvera à l'annexe 3.5 des détails sur le processus d'estimation et les incertitudes situationnelles. Les estimations de l'incertitude associée aux émissions et aux absorptions de CO₂ par les sols minéraux ont été élaborées par McConkey *et al.* (2007), lesquels ont fait état de valeurs d'incertitude de $\pm 19 \%$ pour les niveaux et de $\pm 27 \%$ pour les tendances. Ces incertitudes n'ont pas été mises à jour depuis le rapport annuel de 2011. Les changements apportés aux données sur les activités agricoles par suite de l'incorporation des données d'observation de la Terre pourraient avoir légèrement modifié les estimations de l'incertitude. Cependant, aucune évaluation complète de l'incertitude ne sera réalisée avant que des changements importants ne soient apportés à la méthode d'estimation.

L'uniformité dans les estimations du CO₂ est assurée par l'emploi de la même méthodologie sur l'ensemble de la série chronologique (1990–2017).

Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification

Les contrôles de qualité de niveau 1, mis en œuvre par Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), traitent spécifiquement de l'établissement des estimations dans la sous-catégorie Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé. Environnement et Changement climatique Canada, même s'il conserve ses propres procédures d'AQ/CQ pour les estimations établies à l'interne (voir la section 1.3, chapitre 1), en a adopté de nouvelles pour les estimations provenant de ses partenaires, de même que pour toutes les estimations et les données sur les activités versées dans son dépôt de données ATCATF, et saisies dans le logiciel CRF Reporter du CUPR. De plus, les données sur les activités, les méthodes et les changements sont illustrés et archivés sur supports papier et électronique.

Les coefficients de variation du carbone en cas de CAT utilisés dans l'inventaire ont été comparés aux coefficients empiriques dans VandenBygaart *et al.* (2008). Cette comparaison montre que les données empiriques sur les changements des quantités de

⁸ T. Huffman, Agriculture et Agroalimentaire Canada, communication personnelle à Brian McConkey, 2007.

carbone attribuables à l'absence de labour varient fortement, surtout dans l'est du Canada. Toutefois, les coefficients modélisés se situaient encore dans la fourchette tirée des données empiriques. Quand on considère le passage de cultures annuelles à des cultures pérennes, le coefficient empirique moyen est de 0,59 Mg C/ha par an, ce qui se compare favorablement à la fourchette de 0,46–0,56 Mg C/ha par an relevée dans les coefficients modélisés pour les zones pédologiques de l'ouest du Canada. Dans l'est du Canada, on ne disposait que de deux coefficients empiriques de changement, mais ils semblaient en accord avec les valeurs modélisées (selon la comparaison des valeurs empiriques de 0,60–1,07 Mg C/ha par an avec les valeurs modélisées de 0,74–0,77 Mg C/ha par an). Pour la conversion de la rotation culture jachère à la culture continue, le taux modélisé de stockage du carbone (0,33 Mg C/ha par an) était plus de deux fois supérieur au taux moyen ($0,15 \pm 0,06$ Mg C/ha par an) tiré de deux études indépendantes publiées. Cette différence a amené la décision de recourir à des coefficients empiriques pour prendre en compte dans l'inventaire les changements dans les jachères. Des renseignements supplémentaires sur la méthodologie d'estimation sont disponibles à l'annexe 3.5.

En février 2009, le Canada a demandé à une équipe de scientifiques et d'experts internationaux du Danemark, de la France, du Japon, de la Suède, de la Russie et des États-Unis de mener une évaluation des méthodes. Des limitations du système actuel ont été mises en lumière quant aux données sur les activités, qui pourraient entacher d'erreurs les estimations des stocks de carbone actuels. En particulier, l'absence d'un ensemble complet et cohérent de données sur l'utilisation des terres et les questions liées à la notion et à l'application de la pseudo-rotation des cultures seront prises en compte dans les prochaines améliorations des méthodes.

Recalculs

Le puits de carbone que constituent les sols minéraux agricoles a été réduit de 3,1 Mt en 2016 comparativement à ce qui a été déclaré dans le rapport de 2018. Les recalculs étaient principalement attribuables à la mise à jour des pratiques d'aménagement des terres cultivées d'après les données du *Recensement de l'agriculture* de 2016. Les estimations précédentes

des données sur le puits de carbone constitué par les sols agricoles pour ces années représentaient des projections fondées sur les taux de changement des pratiques d'aménagement entre les données du *Recensement de l'agriculture* de 2006 et celles de 2011. Les nouveaux calculs ont été entamés en 2012 et se sont intensifiés de façon linéaire jusqu'à 2016. L'utilisation des données du *Recensement de l'agriculture* le plus récent a influé sur l'estimation de la proportion de terres faisant l'objet de pratiques de conservation du sol, de la superficie annuelle de terres en jachère, de la proportion de terres faisant l'objet de pratiques d'aménagement de cultures pérennes et de la superficie totale de terres cultivées.

Des améliorations ont aussi été apportées à la méthode utilisée pour répartir les données de recensement dans le paysage et les harmoniser avec les données d'observation de la Terre, en particulier pour mieux faire concorder les données d'observation de la Terre sur les activités liées aux cultures avec les totaux des recensements provinciaux. Ces mises à jour ont entraîné des révisions mineures des données sur les activités agricoles avant 2012.

Des changements ont été apportés aux émissions résiduelles déclarées en raison de la conversion des terres forestières en terres cultivées pour une période de plus de 20 ans, ce qui découle indirectement des algorithmes de sélection aléatoire utilisés dans le modèle d'écosystème forestier pour sélectionner les sites de conversion des terres forestières. Les changements à la sélection des sites ont légèrement modifié la quantité totale de biomasse absorbée et la quantité de bois mort et de litière en décomposition sur place découlant de la conversion des terres forestières.

Ces changements ont donné lieu à une légère augmentation des absorptions nettes de 11 kt en 1990 et de 25 kt en 2005, et à une diminution importante de ces dernières de 3,1 Mt en 2016.

Améliorations prévues

On envisage la possibilité d'améliorer le modèle CENTURY et d'utiliser d'autres modèles, tels que DAYCENT et RothC, afin d'améliorer la simulation des conditions agricoles canadiennes.

6.5.1.2. Émissions de CO₂ résultant du travail des sols organiques

Description de la catégorie

Au Canada, les sols organiques travaillés sont définis comme la conversion de sols organiques à l'agriculture pour la production de cultures annuelles, qui s'accompagne normalement d'un drainage artificiel, d'un travail du sol et de l'épandage de chaux. Les sols organiques utilisés pour la production agricole au Canada englobent la phase tourbeuse des sols gleysoliques, les fibrilsols de plus de 60 cm d'épaisseur, les mésisols et les humisols de plus de 40 cm d'épaisseur (Groupe de travail sur la classification de sols 1998).

Questions de méthodologie

Pour calculer les émissions résultant du travail des sols organiques, on a multiplié la superficie totale des histosols travaillés par le coefficient d'émission par défaut de 5 Mg C/ha par an (GIEC, 2006).

Les superficies d'histosols travaillés ne sont pas fournies par le *Recensement de l'agriculture*; les estimations des superficies reposent donc sur l'avis de spécialistes des sols et des cultures de tout le Canada (Liang *et al.*, 2004). La superficie totale de sols organiques travaillés au Canada (qui est constante pour la période 1990–2017) a été évaluée à 16 kha ou 0,03 % de la superficie des terres cultivées. Les superficies près de 90 % d'histosols travaillés sont principalement situées dans les zones de déclaration du Bouclier boréal est, des plaines de forêts mixtes et des plaines boréales.

Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

L'incertitude associée aux émissions de cette source est due aux incertitudes qui viennent des estimations de la superficie des histosols travaillés et du coefficient d'émission. Les limites de l'intervalle de confiance de 95 % associées à l'estimation de la superficie des histosols travaillés sont évaluées à ± 50 % (Hutchinson *et al.*, 2007). Les limites de confiance de 95 % du coefficient d'émission par défaut sont égales à ± 90 % (GIEC, 2006). La moyenne globale et les incertitudes associées à cette source d'émissions ont été estimées à $0,3 \pm 0,09$ Mt de CO₂ pour le niveau et à $0 \pm 0,13$ Mt de CO₂ pour la tendance (McConkey *et al.*, 2007).

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émission pour l'ensemble de la série chronologique des estimations des émissions (1990–2017).

Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1 (voir la section 1.3, chapitre 1) d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sur supports papier et électronique.

Recalculs

Cette catégorie de source n'a fait l'objet d'aucun recalcul.

Améliorations prévues

On n'envisage pas pour l'instant d'améliorer les estimations des émissions pour cette source.

6.5.1.3. Émissions et absorptions de CO₂ par la biomasse ligneuse

Description de la catégorie

Les estimations des émissions et des absorptions liées à la biomasse ligneuse s'appliquent aux arbres et aux arbustes qui se trouvent sur des terres agricoles, ainsi qu'aux terres cultivées plantées de cultures ligneuses pérennes comme les vignobles, les vergers et les plantations d'arbres de Noël. Dans le cadre définitionnel adopté au Canada pour déclarer les émissions du secteur ATCATF, les terres cultivées abandonnées sont toujours considérées comme « terres cultivées » tant qu'on n'a pas de preuve d'une nouvelle affectation des terres; toutefois, on dispose de peu d'informations sur la dynamique de l'abandon ou de la remise en culture des terres cultivées. Compte tenu de ces limitations, seuls les vignobles, les vergers, les plantations d'arbres de Noël et les arbres et arbustes sont pris en compte.

Questions de méthodologie

Les vignobles, les vergers et les pépinières d'arbres de Noël font l'objet d'un aménagement intensif en vue d'un rendement soutenu. Les vignobles et les

vergers sont taillés chaque année, et les vieux arbres et les vieux ceps de vigne sont remplacés selon un régime de rotation pour prévenir les maladies, améliorer les stocks ou introduire de nouvelles variétés. Pour ces trois cultures spécialisées, on présume qu'en raison des méthodes de rotation et des impératifs d'un rendement soutenu, on trouve généralement une répartition uniforme des classes d'âge dans les exploitations. Il n'y a donc pas d'augmentation ou de diminution nette du carbone de la biomasse dans les exploitations existantes, car le carbone perdu lors de la récolte ou du remplacement est récupéré grâce à la croissance des nouvelles plantes. Cette approche est donc limitée à la détection des changements dans les superficies plantées de vignobles, de vergers ou d'arbres de Noël et à l'estimation des fluctuations correspondantes des stocks de carbone dans la biomasse totale. Des renseignements supplémentaires sur les hypothèses et les paramètres sont disponibles à l'annexe 3.5.

La catégorie des arbres et des arbustes dans les Terres cultivées comprend les types de couverture ligneuse pérenne dans les fermes, les brise-vent et les haies. La méthode consiste à effectuer le suivi des pertes de volume de biomasse ligneuse résultant des coupes et les gains résultant de la plantation et de la croissance annuelle, par l'utilisation d'une approche de surveillance fondée sur l'observation de la Terre et les paramètres de croissance propres aux écozones. Des renseignements supplémentaires sur les hypothèses et les paramètres sont disponibles à l'annexe 3.5.4.1.

Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Lors d'une perte de superficie de cultures ligneuses pérennes, on suppose que tout le carbone de la biomasse ligneuse est libéré immédiatement. On suppose aussi que l'incertitude des pertes de carbone correspond à l'incertitude associée à la masse de carbone de la biomasse ligneuse. Conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC, on a postulé une incertitude par défaut de $\pm 75 \%$ (intervalle de confiance de 95 %) pour la biomasse ligneuse sur les terres cultivées pour ce qui est des vignobles, des vergers et des plantations d'arbres de Noël.

Si la perte de superficie de vergers, de vignobles ou de plantations d'arbres de Noël est attribuée

au passage à des cultures annuelles, on présume également qu'une conversion des cultures pérennes en cultures annuelles est assortie d'une incertitude qui contribue à l'incertitude des variations du carbone. Dans le cas d'un gain de superficie de vergers, de vignobles ou de pépinières d'arbres de Noël, on a aussi supposé que l'incertitude liée aux variations annuelles du carbone était l'incertitude par défaut de $\pm 75 \%$ (intervalle de confiance de 95 %) (GIEC, 2006).

La moyenne globale et les incertitudes associées aux émissions ou aux absorptions de CO_2 des vignobles, des vergers et des plantations d'arbres de Noël ont été estimées à $-2 \pm 0,2 \text{ kt}$ pour le niveau d'incertitude et à $-29 \pm 42 \text{ kt}$ pour la tendance (McConkey *et al.*, 2007). La moyenne globale (et l'incertitude) associée aux absorptions de CO_2 des arbres et des arbustes est décrite dans Huffman *et al.* (2015b), et est estimée à $-440 \pm 180 \text{ kt}$ pour ce qui est de l'estimation annuelle. Comme les absorptions découlant de la croissance des arbres et des arbustes représentent la plus grande contribution aux estimations globales des absorptions et des émissions, ces deux types de couverture terrestre alimentent l'incertitude qui caractérise la sous-catégorie de la biomasse ligneuse, et on estime le degré d'incertitude à 41 % en moyenne. Huffman *et al.* (2015b) présentent davantage d'information sur la méthode et les facteurs pris en compte en ce qui concerne l'incertitude liée aux changements des stocks de carbone dans les arbres et les arbustes.

On a utilisé la même méthodologie pour l'ensemble de la série chronologique des estimations des émissions (1990–2017).

Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1 (voir la section 1.3, chapitre 1) d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sur supports papier et électronique.

Recalculs

Cette catégorie de source n'a fait l'objet d'aucun recalcul.

Améliorations prévues

Les travaux ont commencé pour produire une mise à jour de la cartographie autour de 2010 pour les arbres et les arbustes dans les régions agricoles du Canada, en vue d'améliorer les estimations de la superficie. Les paramètres de la croissance dans le modèle de biomasse feront aussi l'objet d'un examen à moyen terme.

6.5.2. Terres converties en terres cultivées (catégorie 4.B.2 du CUPR)

Cette sous-catégorie englobe la conversion de terres forestières et de prairies en terres cultivées. Les émissions découlant de la conversion de terres forestières en terres cultivées représentent plus de 90 % des émissions annuelles totales de cette catégorie, lesquelles sont passées de 9,6 Mt en 1990 à 2,8 Mt en 2017. Les émissions attribuables à la conversion de prairies sont relativement minimes.

6.5.2.1. Terres forestières converties en terres cultivées (catégorie 4.B.2.1 du CUPR)

Le déboisement au profit de l'agriculture est une pratique qui persiste, mais elle est à la baisse au Canada, bien que l'agriculture reste une grande cause de la conversion des forêts (représentant 34 % de la conversion de superficie de forêts en 2017). La superficie cumulative des Terres forestières converties en terres cultivées, selon le tableau 4.B du CUPR, était de 1 300 kha durant les 20 années précédant 1990 et de 320 kha au cours des 20 années précédant 2017. Les méthodes servant à déterminer la superficie convertie par année sont les mêmes que celles employées pour la conversion de toutes les terres forestières en d'autres catégories d'utilisation des terres. Ces méthodes sont décrites à la section 6.9. En 2017, les émissions immédiates issues de la conversion des terres forestières en terres cultivées représentaient 1,0 Mt, tandis que les émissions résiduelles découlant d'événements s'étant produits dans les 20 dernières années correspondaient à 1,6 Mt.

Questions de méthodologie—bassins de matière organique morte et de biomasse

Environ 90 % des émissions proviennent des bassins de biomasse et de matière organique morte pendant et après la conversion, et le reste

est attribuable au réservoir du sol. L'estimation de ces émissions est fondée sur le même cadre de modélisation que celui utilisé pour l'estimation des émissions des Terres forestières dont la vocation n'a pas changé. On trouve à la section 6.3.1.2 une description générale détaillée du cadre de modélisation. Des renseignements supplémentaires sur la méthodologie d'estimation sont disponibles à l'annexe 3.5.

Questions de méthodologie—sols

Les émissions des sols de cette catégorie comprennent les variations nettes de carbone dues à la conversion effective, une source nette très peu importante de CO₂ résultant des changements dans les pratiques de gestion dans les 20 années suivant la conversion ainsi que les émissions de N₂O attribuables à la décomposition de la matière organique du sol. Pour calculer les émissions des sols découlant de la conversion des terres forestières en terres cultivées, on a multiplié la superficie totale convertie par le coefficient d'émission d'origine empirique et la dynamique du COS modélisée (voir l'annexe 3.5). Comme nous le verrons ci-dessous, les modalités de fluctuation du COS après la conversion des terres forestières en terres cultivées diffèrent manifestement entre l'est et l'ouest du Canada.

Est du Canada

Toutes les terres agricoles de l'est du Canada étaient boisées avant d'être affectées à l'agriculture. De nombreuses observations (tirées d'ouvrages scientifiques et du Système d'information sur les sols du Canada) comparant le COS des sols forestiers au COS des sols agricoles adjacents de l'est du Canada montrent une perte moyenne de carbone de 20 % à une profondeur d'environ 20 à 40 cm (voir l'annexe 3.5). La transformation moyenne de l'azote est de -5,2 %, soit une perte d'environ 0,4 Mg N/ha. Pour les comparaisons qui ont permis de déterminer les déperditions d'azote et de carbone, la déperdition de carbone correspondante était de 19,9 Mg C/ha. On a donc présumé que la déperdition d'azote équivalait à un pourcentage constant de 2 % de la déperdition de carbone.

On utilise le modèle CENTURY (version 4.0) pour estimer la dynamique du carbone organique des sols résultant de la conversion de terres forestières en terres cultivées dans l'est du Canada. On trouvera

à l'annexe A3.5 d'autres précisions sur les méthodes qui ont permis de déterminer la déperdition maximale de carbone et sa constante de vitesse dans le cas de la conversion des terres forestières.

Selon une méthode de niveau 2 du GIEC, comme on l'a indiqué pour les émissions directes de N_2O des sols agricoles (voir le secteur de l'agriculture, chapitre 5), les émissions de N_2O imputables à la conversion des forêts en terres cultivées ont été estimées en multipliant la perte de C par la fraction d'azote perdue par unité de carbone et par un coefficient d'émission (CE_{BASE}). On a déterminé le CE_{BASE} de chaque écodistrict en se basant sur ses conditions topographiques et climatiques (voir l'annexe 3.4).

Ouest du Canada

Une bonne partie des terres agricoles actuelles de l'ouest du Canada (Prairies et Colombie-Britannique) était à l'origine recouverte de prairies. C'est pourquoi les terres forestières converties en terres cultivées ont principalement touché les forêts situées à la périphérie des anciennes prairies.

Ce sont les données du Système d'information sur les sols du Canada (CANSIS) qui présentent les meilleures sources de données disponibles sur le COS dans les sols forestiers et du COS dans les sols agricoles. En moyenne, ces données incitent à penser qu'il n'y a pas de déperdition de COS résultant de la conversion des forêts et qu'à long terme, l'équilibre entre les apports de carbone et la minéralisation du COS dans les sols agricoles reste semblable à ce qu'il était dans les sols forestiers. Il importe de reconnaître que, le long de la frange nord du territoire agricole dans l'ouest du Canada, là où se produit la majeure partie de la conversion des forêts, les terres sont peu productives pour la culture de labour; les pâturages et les cultures fourragères y sont les pratiques de gestion dominantes. Par conséquent, pour l'ouest du Canada, on a présumé une perte nulle de COS à long terme par suite de la conversion des terres forestières pour l'exploitation exclusivement en pâturages cultivés et en champs de foin.

La déperdition de carbone résultant de la conversion des forêts dans l'ouest du Canada est donc attribuable à la perte de biomasse aérienne et souterraine des arbres et à la perte ou à la décomposition d'autre matière organique morte, aérienne et souterraine, constituée des débris

ligneux grossiers qui existaient dans la forêt au moment de la conversion des forêts. Le changement moyen de l'azote dans l'ouest du Canada à des stations déboisées depuis au moins 50 ans était de +52 % (voir l'annexe 3.5), ce qui révèle un ajout appréciable d'azote dans les systèmes agricoles par rapport aux pratiques de gestion des forêts. Toutefois, compte tenu de l'incertitude associée à la dynamique réelle carbone-azote de la conversion des forêts, on a présumé que la conversion des terres forestières en terres cultivées dans l'ouest du Canada n'était pas une source de N_2O .

Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Les flux de gaz à effet de serre des terres forestières converties en terres cultivées proviennent de la combinaison (i) de l'abattage et du brûlage (émissions immédiates de la biomasse et de la matière organique morte; (ii) de la décomposition de la matière organique et des émissions subséquentes de CO_2 du réservoir de MOM; et (iii) de la déperdition nette de COS. Il convient de noter que les émissions immédiates de CO_2 désignent toujours une superficie convertie au cours de l'année d'inventaire; les émissions résiduelles, bien que provenant également des terres converties pendant l'année d'inventaire, sont pour la plupart issues de la conversion des terres au cours des 20 dernières années. Les émissions de gaz autre que le CO_2 ne sont produites que par le brûlage et surviennent durant le processus de conversion.

Les émissions immédiates et résiduelles de CO_2 des bassins de biomasse et de MOM sont les plus importantes de cette catégorie et contribuent le plus à l'incertitude liée à cette catégorie (Tableau 6–10). Dans tous les cas, les valeurs

Tableau 6–10 Incertitude associée aux composantes des émissions de CO_2 et aux émissions de gaz autres que le CO_2 provenant des terres forestières converties en terres cultivées pour l'année d'inventaire 2017

Composantes d'émissions	Émissions (kt d'éq. CO_2)	Incertainité (kt d'éq. CO_2)
Émissions immédiates de CO_2	886	±239
Émissions résiduelles de CO_2 provenant du bassin de MOM	1 345	±296
Émissions résiduelles de CO_2 provenant du bassin de sol	200	±124
Émissions de CH_4	91	±23
Émissions de N_2O	53	±11

d'incertitude sont présentées comme l'intervalle de confiance de 95 % de part et d'autre des valeurs d'estimation médiane (bassins de biomasse et de MOM) ou moyenne (réservoir de sol).

En appliquant la méthode d'estimation, on a estimé l'incertitude indépendamment pour les bassins de biomasse et de matière organique morte, et pour la matière organique du sol. On a tenu compte de l'incertitude des données sur les activités décrite à la section 6.9.2 dans toutes les analyses.

Le devenir de la biomasse et de la matière organique morte par suite de la conversion des forêts et les émissions résultantes sont modélisés dans le même cadre que celui utilisé pour les terres forestières. Les estimations de l'incertitude correspondantes ont donc aussi été établies avec le même cadre et la même méthode de Monte-Carlo ayant servi à élaborer les estimations de l'incertitude de la catégorie des terres forestières. Une description de la méthode générale est présentée à la section 6.3.1.3. Des renseignements supplémentaires sur la méthodologie d'estimation sont disponibles à l'annexe 3.5.2.4.

L'incertitude associée aux flux nets de CO₂ du réservoir du sol a été estimée selon la méthode analytique (McConkey *et al.*, 2007). Des renseignements supplémentaires sur la méthode d'analyse générale sont disponibles à l'annexe 3.5.2.4.

Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1 (voir la section 1.3, chapitre 1) conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Des contrôles de la qualité ont également été effectués à l'interne par Agriculture et Agroalimentaire Canada, qui en a tiré des estimations des variations du COS. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sous format papier et électronique.

Recalculs

Il n'y a eu aucun changement dans la superficie des forêts converties en terres cultivées ou dans la méthode d'estimation des émissions issues de la conversion des forêts en terres cultivées. Cependant, les changements aux algorithmes

de sélection aléatoire employés dans le modèle d'écosystème forestier pour sélectionner les peuplements forestiers dont la vocation a changé ont des répercussions indirectes sur la quantité de biomasse absorbée par les terres déboisées. De plus, la mise à jour des données sur les activités liées aux terres cultivées d'après les données du *Recensement de l'agriculture* de 2016 a eu des répercussions indirectes sur l'attribution relative aux terres dont la vocation a changé à l'échelle des polygones des PPC et sur l'aménagement de ces terres après la conversion, ce qui a eu une faible incidence sur les émissions résiduelles. L'effet conjugué de ces changements a donné lieu à une correction des émissions de -58 kt en 1990, de +38 kt en 2005 et de -0,15 kt en 2016.

Améliorations prévues

Les améliorations prévues décrites à la section 6.9 auront aussi des incidences sur cette catégorie.

6.5.2.2. Prairies converties en terres cultivées (catégorie 4.B.2.2 du CUPR)

La conversion de prairies indigènes en terres cultivées est un phénomène qui se produit dans la région des Prairies et qui aboutit généralement à la déperdition de COS et d'azote organique du sol et à des rejets de CO₂ et de N₂O dans l'atmosphère. La conversion n'entraîne aucune perte significative de carbone issu de matière organique aérienne ou souterraine ou de MOM, d'après les constatations d'une étude récente sur le brûlage des prairies aménagées au Canada de Bailey et Liang (2013). Les auteurs ont conclu que la quantité moyenne de biomasse aérienne était de 1 100 kg ha⁻¹ dans le tchernozem brun et de 1 700 kg ha⁻¹ dans le tchernozem brun foncé. La biomasse aérienne, dans les prairies aménagées, serait inférieure à son rendement respectif en conditions de production agricole (Liang *et al.*, 2005). En 2017, les émissions totales des sols s'élevaient à 220 kt, soit une baisse en regard des 263 kt de 1990, y compris les déperditions de carbone et les émissions de N₂O dues à la conversion.

Questions de méthodologie

Un certain nombre d'études ont été réalisées sur les changements du COS et de l'azote organique du sol dans les Prairies converties en terres cultivées dans les zones de sol brun, brun foncé et noir des

Prairies canadiennes. La déperdition moyenne de COS a été de 22 %, et le changement moyen correspondant de l'azote organique du sol a été de 0,06 kg N per du/kg C (voir l'annexe 3.5).

Le modèle CENTURY (version 4.0) sert à estimer la dynamique du COS résultant de la conversion des prairies en terres cultivées pour les tchernozyms bruns et brun foncé. On trouvera à l'annexe A3.5 d'autres précisions sur les méthodes utilisées pour déterminer la déperdition maximale de carbone et sa constante de vitesse dans le cas de la conversion des prairies.

Comme dans le cas des émissions de N₂O des Terres forestières converties en terres cultivées, les émissions de N₂O des Prairies converties en terres cultivées ont été estimées à l'aide d'une méthode de niveau 2, en multipliant la quantité de carbone perdue, par la fraction d'azote perdue par unité de carbone, et par un coefficient d'émission de base (CE_{BASE}). On a déterminé le CE_{BASE} de chaque écodistrict en se basant sur ses caractéristiques topographiques et climatiques (voir l'annexe 3.4.3).

Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

La conversion des prairies agricoles en terres cultivées est possible, mais selon le cadre

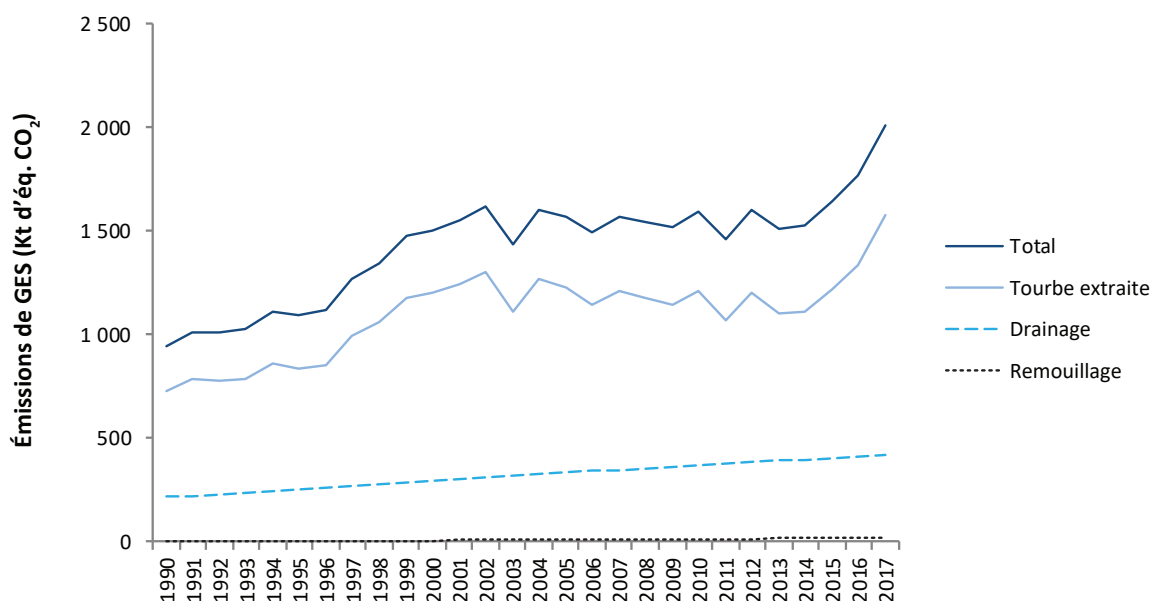
définitionnel des terres aménagées, la conversion de prairies en terres cultivées ne l'est pas (voir la section 6.2). En conséquence, la valeur absolue de l'incertitude de la superficie soumise à cette conversion a été établie selon la plus basse des incertitudes de la superficie de terres cultivées ou de la superficie de prairies. L'incertitude de la superficie convertie a été jugée équivalente à la plus basse des incertitudes de la superficie des terres cultivées ou des prairies dans chaque écodistrict. On a estimé l'incertitude du changement lié au COS de la même façon que pour la conversion des terres forestières en terres cultivées. On a estimé la moyenne globale et l'incertitude concernant les émissions dues aux pertes de COS lors de la conversion de prairies en terres cultivées comme étant de 219 ± 104 kt pour le niveau d'incertitude et de -44 ± 21 kt pour la tendance.

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émission pour l'ensemble de la série chronologique des estimations des émissions (1990–2017).

Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1 (voir la section 1.3, chapitre 1) d'une manière conforme aux Lignes

Figure 6–6 Émissions provenant de tourbières converties pour l'extraction de la tourbe



directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités, les méthodologies et les modifications des méthodologies sont illustrées et archivées sur supports papier et électronique.

Recalculs

Les estimations de cette source d'émissions n'ont fait l'objet d'aucun recalcul.

Améliorations prévues

Le Canada prévoit valider les coefficients modélisés de changement du COS à l'aide des coefficients de changement du carbone du sol mesurés et publiés pour la conversion des prairies, à mesure qu'ils seront disponibles.

6.6. Prairies (catégorie 4.C du CUPR)

Les prairies agricoles sont définies dans le cadre canadien sur le secteur ATCATF comme des pâturages ou des grands parcours où les seules pratiques de gestion des terres agricoles sont l'alimentation du bétail (en d'autres mots, il s'agit de terres qui n'ont jamais été cultivées). On en trouve uniquement dans les régions géographiques où les prairies ne retourneraient pas naturellement à l'état de forêt si elles étaient abandonnées, soit les prairies naturelles à herbe courte dans le sud de la Saskatchewan et de l'Alberta, et les vallées montagneuses sèches de l'intérieur de la Colombie-Britannique. On trouve des prairies agricoles dans trois zones de déclaration : les Prairies semi-arides (6,3 Mha), la Cordillère montagnarde (87 ha) et la zone maritime du Pacifique (5 ha). Comme dans le cas des Terres cultivées, le changement d'aménagement entraîne une modification des stocks de carbone (GIEC, 2006). On dispose de très peu d'informations sur les méthodes de gestion des prairies agricoles canadiennes et on ne sait pas si les pâturages s'améliorent ou se dégradent. C'est pourquoi le Canada déclare cette sous-catégorie de Prairies en utilisant la méthode de niveau 1 du GIEC fondée sur l'absence de changement dans les pratiques de gestion, et ce, depuis 1990. La sous-catégorie des Terres converties en prairies, dans le cadre définitionnel actuel, comme on le voit à la section 6.2, est déclarée comme inexistante (Tableau 6-4).

6.6.1. Prairies dont la vocation n'a pas changé (catégorie 4.C.1 du CUPR)

6.6.1.1. Description de la catégorie

Les prairies aménagées sont parfois brûlées au Canada, que ce soit dans le cadre de brûlages dirigés visant à lutter contre les plantes envahissantes et à stimuler la croissance des espèces indigènes, en raison de la foudre ou d'un allumage accidentel, ou dans le cadre d'exercices d'entraînement militaire. Le brûlage des prairies aménagées constitue une source nette de CH₄, de CO, de NO_x et de N₂O (GIEC, 2006).

6.6.1.2. Questions de méthodologie

Les émissions de CH₄ et de N₂O issues du brûlage des prairies agricoles aménagées ont été estimées d'après la méthode de niveau 1 du GIEC, en tenant compte de la superficie du brûlage, de la charge de combustible et de l'efficacité de la combustion pour chaque événement. Les coefficients d'émission du CH₄ (2,7 g CH₄ kg⁻¹ de matière sèche brûlée et 0,07 g N₂O kg⁻¹ de matière sèche brûlée) sont issus des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006).

Les données sur les activités de 1990 à 2012 sur la superficie brûlée, la charge de combustible et l'efficacité de la combustion pour chaque événement de brûlage des prairies agricoles aménagées ont été recueillies par l'entremise de consultations (Bailey et Liang, 2013). Les données sur les activités sur le brûlage des prairies agricoles aménagées entre 2013 et 2015 ont été mises à jour dans le rapport de 2018.

6.6.1.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Le degré d'incertitude associé aux émissions de cette source découle des incertitudes relatives aux estimations de la superficie, de la charge moyenne de combustible par hectare et de l'efficacité de la combustion ainsi que des coefficients d'émission. Les limites de l'intervalle de confiance de 95 % associées à la quantité de matière brûlée, d'après le jugement d'experts, sont évaluées à ± 50 %. Les limites de confiance de 95 % des coefficients d'émission par défaut sont de ± 40 % pour le CH₄ et de ± 48 % pour le N₂O (GIEC, 2006). On a estimé

que les incertitudes globales associées à cette source d'émissions, au moyen d'une méthode de propagation d'erreur, étaient de $\pm 64 \%$ pour le CH_4 et de $\pm 69 \%$ pour le N_2O , respectivement.

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émission pour l'ensemble de la série chronologique des estimations des émissions (de 1990 à 2017).

6.6.1.4. Assurance de la qualité/ contrôle de la qualité et vérification

Cette catégorie a été soumise à des contrôles de qualité de niveau 1 (voir la section 1.3, chapitre 1) d'une manière conforme aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les données sur les activités et les méthodes sont illustrées et archivées sur supports papier et électronique.

6.6.1.5. Recalculs

Des recalculs importants ont été effectués dans cette catégorie pour toutes les années de la série chronologique en raison de la correction d'une erreur dans la conversion des unités pour les données sur les activités qui ont servi à estimer les émissions provenant des prairies brûlées. Ces recalculs ont donné lieu à un ajustement à la baisse des émissions de 0,64 Mt, de 0,85 Mt et de 1,2 Mt pour 1990, 2005 et 2015 respectivement. L'unité de mesure des émissions est passée des mégatonnes aux kilotonnes.

6.6.1.6. Améliorations prévues

Pour l'instant aucune amélioration n'est prévue afin d'améliorer les estimations des émissions pour cette source.

6.7. Terres humides (catégorie 4.D du CUPR)

Au Canada, une terre humide est une terre saturée en eau pendant suffisamment longtemps pour favoriser des processus anaérobiques typiques de la présence de sols mal drainés, d'hydrophytes et de divers types d'activités biologiques adaptées aux milieux humides—en d'autres termes, toute superficie de terre qui peut retenir l'eau suffisamment longtemps pour que s'y développent

des plantes et des sols de milieux humides. De ce fait, les terres humides couvrent près de 14 % de la superficie du Canada (Environnement et Changement climatique Canada, 2016). Le Système de classification des terres humides du Canada subdivise les terres humides en cinq grandes catégories : les tourbières, les plaines marécageuses, les marécages, les marais et les eaux peu profondes (Groupe de travail national sur les terres humides, 1997).

Toutefois, pour les besoins du rapport et conformément aux catégories de terres définies par le GIEC (2006), la catégorie Terres humides se limite aux terres humides qui n'appartiennent pas déjà aux catégories des Terres forestières, des Terres cultivées ou des Prairies. Il n'y a pas d'estimation de la superficie correspondant à ces terres humides au Canada.

Conformément aux recommandations du GIEC (GIEC, 2006), on prend en compte deux types de terres humides aménagées, celles où l'intervention humaine a directement modifié le niveau de la nappe phréatique et, par conséquent, la dynamique des émissions/absorptions de GES : les tourbières drainées pour l'extraction de tourbe; les terres inondées (création de réservoirs hydroélectriques). Étant donné les différences de leur nature, de la dynamique des GES et des méthodes générales d'estimation des émissions et des absorptions, ces deux types de terres humides aménagées sont étudiés séparément.

6.7.1. Extraction de la tourbe (catégories 4.D.1.1 et 4.D.2.1 du CUPR)

6.7.1.1. Description de la catégorie de source

Sur les quelque 12 Mha de tourbières que l'on trouve au Canada (RNCAN, 2011), environ 35 kha ont été drainés pour l'extraction de la tourbe. Environ 18 kha font actuellement l'objet d'un aménagement actif, la différence (17 kha) représentant les tourbières qui ne sont plus en production. Dans le contexte du Canada, seules les tourbières dont l'épaisseur de tourbe est d'au moins 2 m et qui couvrent une superficie d'au moins 50 ha ont une valeur commerciale pour l'extraction de la tourbe (Keys, 1992). La production de tourbe est concentrée au

Nouveau-Brunswick, au Québec, en Alberta et au Manitoba. Le Canada produit de la tourbe pour des utilisations non énergétiques, comme l'horticulture.

Les émissions provenant de l'extraction de la tourbe sont passées de 0,9 Mt en 1990 à 2,0 Mt en 2017 (Figure 6–6). Les sources d'émission les plus importantes sont la décomposition de la tourbe extraite et le drainage des tourbières. Les tendances relatives à l'extraction de la tourbe sont dictées à la fois par l'élargissement de la superficie des tourbières actives, qui est passée de 13 kha en 1990 à 18 kha en 2006 et par les variations interannuelles des conditions météorologiques, qui ont une incidence sur l'assèchement de la tourbe et, de ce fait, sur la récolte de la tourbe. Les émissions produites par le drainage des tourbières continuent de croître à mesure que la superficie des tourbières drainées et abandonnées augmente; une quantité croissante de tourbières abandonnées sont réhabilitées, réhumectées et restaurées.

6.7.1.2. Questions de méthodologie

Les estimations ont été établies à l'aide d'une méthode de niveau 2, conformément à une combinaison de directives tirées des Lignes directrices 2006 du GIEC et du Supplément sur les terres humides publié par le GIEC en 2014 (document en anglais intitulé *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Wetlands*). L'approche est fondée sur des données scientifiques et des pratiques d'aménagement nationales propres à l'extraction de la tourbe au Canada. Les estimations des émissions provenant des tourbières drainées et réhumectées prennent en compte les émissions sur place de CO₂, CH₄ et N₂O et les émissions hors site de CO₂ résultant des pertes de carbone dans l'eau et de la décomposition de la tourbe récoltée. Les coefficients d'émission utilisés par le Canada ont été établis au moyen des mesures de flux publiées dans de nombreuses études scientifiques (référence à l'annexe 3.5). Une méthode de cartographie des données d'OT a servi à déterminer l'étendue de la superficie des tourbières converties pour l'extraction de la tourbe pour les années 1990, 2007 et 2013, et la proportion des types de catégories de terres converties (Terres forestières et Autres terres). Les terres converties ont été réparties selon quatre sous-catégories d'aménagement des terres : exploitées, abandonnées, réhabilitées et restaurées d'après

l'interprétation des images et les renseignements fournis par l'industrie. La quantité annuelle de tourbe récoltée a été établie à partir des données nationales sur la production de tourbe (RNCan, 2018a). Les émissions produites par l'extraction de la tourbe sont incluses dans la catégorie des Terres converties en terres humides la première année suivant la conversion et dans la catégorie des Terres humides dont la vocation n'a pas changé par la suite. Des renseignements supplémentaires sur la méthodologie d'estimation sont disponibles à l'annexe 3.5.

6.7.1.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Il n'y a pas eu d'évaluation formelle de l'incertitude pour cette catégorie. Les sources d'incertitude les plus importantes sont les estimations des superficies converties établies à partir de la cartographie, les coefficients d'émission pour les diverses catégories de sites déclassés (p. ex., réhabilitées et restaurées) et les variations de la teneur en humidité de la tourbe récoltée.

6.7.1.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification

La section 1.3 du chapitre 1 décrit les procédures générales d'AQ/CQ suivies pour l'inventaire des GES du Canada. Ces procédures s'appliquent également à cette catégorie. Des experts de l'industrie et des universités en collaboration avec l'Association de la tourbe de sphaigne canadienne et le Groupe de recherche en écologie des tourbières ont assuré le contrôle de la qualité et la validation des estimations établies à partir de la cartographie et examiné les coefficients d'émissions fondés sur des données nationales.

6.7.1.5. Recalculs

Les nouveaux calculs pour cette catégorie résultent principalement de la mise à jour des statistiques sur l'extraction de tourbe en 2016, et ont donné lieu à une hausse des émissions de 279 kt pour cette année. De plus, une erreur de conversion associée au coefficient d'émission de N₂O pour le drainage a été corrigée, ce qui a donné lieu à un ajustement moyen de 0,01 kt pour l'ensemble de la série chronologique.

6.7.1.6. Améliorations prévues

La méthode d'estimation des émissions et des absorptions des sites d'extraction de tourbe déclassés pourra être améliorée si des données de surveillance permettent de déterminer l'état des sites se régénérant naturellement et le taux de réussite des activités de réhabilitation, de réhumectage et de restauration. Des améliorations pourront être apportées au fur et à mesure que des données scientifiques nationales et de surveillance accrue des sites après l'extraction de tourbes seront disponibles. Les prochains rapports devraient inclure une évaluation de l'incertitude.

6.7.2. Terres submergées (catégories 4.D.1.2 et 4.D.2.2 du CUPR)

6.7.2.1. Description de la catégorie de source

Cette catégorie englobe théoriquement toutes les terres qui ont été submergées, quel qu'en soit l'objectif. En raison de limitations concernant l'acquisition des données, seuls les grands réservoirs hydroélectriques créés par l'inondation de terres ont été inclus. Les plans d'eau existants qui ont été endigués pour contrôler le niveau d'eau ou produire de l'énergie si la submersion y a été minime ne sont pas tenus en compte (par exemple le lac Winnipeg au Manitoba; les Grands Lacs).

Depuis 1970, c'est principalement dans les zones de déclaration 4, 5, 8, 10 et 14 (taïga du Bouclier est, Bouclier boréal est, Plaines hudsoniennes, Plaines boréales et Cordillère montagnarde) que des terres ont été converties en terres submergées. Le total de la superficie ainsi submergée pendant 10 ans ou moins au cours de la série chronologique a reculé de 960 kha en 1993 à 37 kha en 2005, car de nouvelles terres ont été inondées. En 2017, 65 % des 44 kha de réservoirs mis en eau pendant 10 ans ou moins étaient auparavant boisés (généralement non aménagés). Les émissions totales des réservoirs sont passées de 4,4 Mt en 1990 à 1,1 Mt en 2017.

6.7.2.2. Questions de méthodologie

Deux méthodes d'estimation ont été employées concurremment pour estimer les flux de GES des terres submergées, l'une basée sur le déboisement et l'autre sur la submersion. Lorsqu'il existait

des preuves du retrait de la biomasse avant l'inondation, les variations correspondantes des stocks de carbone pour les bassins de carbone non inondés ont été estimées, comme pour tous les phénomènes de conversion des forêts, avec le MBC-SFC3 (section 6.9 et annexe 3.5). Les émissions dues à la combustion et à la décomposition de toute la matière organique morte non submergée sont déclarées dans la catégorie des Terres converties en terres humides pendant les 10 premières années après le déboisement, et dans la catégorie des Terres humides dont la vocation n'a pas changé après ce délai. La construction de grands réservoirs dans le nord du Québec (Toulouste, Eastmain-1, Péribonka), dont les travaux de retenue des eaux ont été terminés en 2005, 2006 et 2008, respectivement, a occasionné ce type de déboisement avant l'inondation. À noter que les émissions dues au déboisement dans les environs des futurs réservoirs (p. ex. pour l'aménagement des infrastructures) sont déclarées dans la catégorie des Terres forestières converties en établissements.

La deuxième méthode s'applique à l'estimation des émissions de CO₂ de la surface des réservoirs qui ont été inondés. La méthode par défaut pour estimer les émissions des terres submergées assume que la totalité du carbone de la biomasse est immédiatement rejetée vers l'atmosphère (GIEC, 2006). Au Canada, cette façon de procéder aurait pour effet de surestimer les émissions résultant de la création de réservoirs, étant donné que, pour la plus grande partie de la végétation submergée, la décomposition est rapide. Une approche propre au Canada a été élaborée pour estimer les émissions des réservoirs en se basant sur les mesures des flux de CO₂ au-dessus de leur surface (ces mesures étant tirées de multiples études; voir l'annexe 3.5). Cette façon de faire est conforme aux descriptions de la méthode de niveau 2 du GIEC (GIEC, 2006) et aux recommandations de l'annexe 2 des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006). L'annexe 3.5 fournit d'autres précisions sur cette méthode d'estimation. L'évaluation comprend uniquement les émissions de CO₂. Les émissions de la surface des terres submergées sont déclarées pendant une période de 10 ans après l'inondation, afin d'éviter de comptabiliser deux fois la perte de carbone organique dissous provenant des terres aménagées dans le bassin hydrographique et ensuite émis par les réservoirs. C'est pourquoi seules les émissions de CO₂ sont calculées pour les réservoirs hydroélectriques dont les terres ont été submergées entre 1981 et 2017.

Pour chaque réservoir, la superficie qui était recouverte de forêt avant la submersion est prise en compte pour répartir les émissions entre les catégories des Terres forestières converties en terres humides et des Autres terres converties en terres humides.

Il importe de signaler que les fluctuations dans la superficie des Terres converties en terres submergées (réservoirs) déclarées dans les tableaux du CUPR ne sont pas indicatives de changements dans les taux de conversion actuels, mais reflètent plutôt la différence entre les superficies de terres récemment submergées (moins de 10 ans avant l'année d'inventaire) et les réservoirs plus anciens (plus de 10 ans), dont les superficies ont été retirées de la comptabilisation. Le système de déclaration ne couvre pas la superficie de tous les réservoirs du Canada.

6.7.2.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Pour ce qui est des Terres forestières converties en terres humides, se reporter à la sous rubrique correspondante à la section 6.9, Conversion des forêts. L'annexe A3.5 analyse le degré d'incertitude associé à la méthode d'estimation de niveau 2.

Vu les limites actuelles des méthodes d'estimation du secteur ATCATF, il est impossible de recenser entièrement le devenir du carbone organique dissous (COD) et de s'assurer qu'il est comptabilisé dans la bonne catégorie d'utilisation des terres. La possibilité d'une double comptabilisation dans la catégorie Terres humides est toutefois limitée aux bassins hydrographiques où l'on trouve des terres aménagées, ce qui exclut plusieurs grands réservoirs situés dans les zones de déclaration de la taïga du Bouclier est et du Bouclier boréal est. Une grande partie du COD dans ces zones provient de terres non aménagées et, de ce fait, n'a pas à être déclaré dans le rapport.

6.7.2.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification

La section 1.3 du chapitre 1 décrit les procédures générales d'AQ/CQ suivies pour l'inventaire des GES du Canada. Ces procédures s'appliquent également à cette catégorie. Pour les Terres forestières converties en terres humides, voir

aussi la sous-rubrique correspondante dans la section 6.9, Conversion des forêts.

L'approche canadienne d'estimation des émissions dues à la submersion des forêts est plus réaliste sur le plan temporel que la méthode par défaut (GIEC, 2006), qui suppose que tout le carbone de la biomasse des forêts submergées est immédiatement libéré. La méthode canadienne est plus raffinée en ce sens qu'elle fait la distinction entre le déboisement et la submersion; les émissions dues au déboisement sont estimées comme on le fait dans tous les cas du déboisement associé aux changements dans l'affectation des terres. De plus, dans la méthode canadienne, les émissions de la surface des réservoirs sont calculées à partir de mesures et non d'une hypothèse (décomposition immédiate de toute la biomasse submergée) qui n'a pas été vérifiée.

6.7.2.5. Recalculs

De nouveaux calculs ayant donné des résultats à la hausse au cours de la série chronologique, allant de 0,07 Mt en 2013 à 0,22 Mt en 1993, résultent de l'effet conjugué de la révision des superficies déboisées pour la mise en eau des réservoirs du projet McLymont Creek (de 2013 à 2016) et du complexe de la Romaine (aménagement 2) en 2013, et des algorithmes de sélection aléatoire appliqués dans le modèle d'écosystème forestier afin de quantifier la conversion des forêts, ce qui a légèrement modifié la quantité de biomasse absorbée dans un site ainsi que la quantité de bois mort et de litière en décomposition dans les sites déboisés.

6.7.2.6. Améliorations prévues

Le raffinement des estimations des émissions de CO₂ de la surface des réservoirs dépendra en partie de la capacité de quantifier les transferts latéraux du carbone dissous des bassins hydrographiques vers les réservoirs. La surveillance du carbone organique dissous dans le paysage jusqu'au point d'émission ou de stockage à long terme dépasse la capacité scientifique actuelle et nécessitera un effort de recherche à long terme. Des travaux seront réalisés de façon continue afin de s'assurer que les données sur les activités sont mises à jour et validées.

6.8. Établissements (catégorie 4.E du CUPR)

La catégorie des Établissements est très diversifiée, puisqu'elle comprend toutes les routes et infrastructures de transport; les emprises de transport d'électricité et les couloirs de pipeline; les terres employées à des fins résidentielles, récréatives, commerciales et industrielles dans les milieux urbains et ruraux; et, enfin, les terres qui servent à l'extraction de ressources autres que celles des forêts (comme le pétrole et le gaz et l'exploitation minière).

Pour les besoins de cet inventaire, la catégorie Établissements est divisée en deux : les Établissements dont la vocation n'a pas changé (arbres en milieu urbain) et les Terres converties en établissements. Les émissions de deux types de terres converties en établissements ont été estimées : les Terres forestières converties en établissements et les terres non forestières converties en établissements dans le Nord canadien. En 2017, une proportion de 0,53 Mha de terres converties en établissements a généré des émissions de 5,9 Mt.

6.8.1. Établissements dont la vocation n'a pas changé (catégorie 4.E.1 du CUPR)

6.8.1.1. Description de la catégorie de puits

Cette catégorie englobe les estimations concernant la séquestration du carbone par les arbres situés dans les zones urbaines au Canada. Les estimations des absorptions de CO₂ résultant de la croissance des arbres hors des zones urbaines qui se trouvent dans les autres sous-catégories de la catégorie des Établissements ne sont pas incluses. Les absorptions totales des arbres en milieu urbain, estimées à 2,4 Mt, sont relativement stables au cours de la série chronologique. Des estimations sont présentées pour neuf des zones de déclaration les plus méridionales, où se concentrent les principaux centres urbains. Les plus importantes absorptions en 2017 (70 % du total des absorptions) ont eu lieu dans la zone de déclaration des Plaines à forêts mixtes (1,2 Mt) et la zone de déclaration Maritime du Pacifique (0,4 Mt).

6.8.1.2. Questions de méthodologie

Les absorptions de CO₂ des arbres situés dans les zones urbaines ont été estimées à l'aide d'une méthode de niveau 2A basée sur la superficie de couvert arboré tirée des Lignes directrices du GIEC (GIEC, 2006). Pour une portion importante de la superficie urbaine totale, les estimations du couvert des arbres en milieu urbain entre 1990 et 2012 ont été réalisées à partir d'une approche d'échantillonnage par point. Les points d'échantillonnages ont été interprétés manuellement en utilisant des photographies aériennes numériques ou des images satellitaires de haute résolution, puis classés dans des catégories générales en fonction de la présence ou non de couvert arboré. Ensuite, la superficie totale du couvert arboré a été estimée à l'aide d'estimations de la superficie du couvert arboré urbain (CAU) et de la superficie urbaine totale, pour chaque année à l'étude. La superficie estimée du couvert arboré total a été multipliée par un taux de croissance du couvert arboré afin d'obtenir un taux annuel brut de séquestration; la séquestration nette a été estimée par l'application d'un facteur sur la valeur brute. Le facteur de séquestration nette a permis d'ajuster les estimations brutes pour tenir compte de la décomposition; il en résulte une estimation du taux annuel net de séquestration de carbone par les arbres des zones urbaines. Comme il n'existait pas de valeur pour le taux de croissance du couvert arboré spécifique au Canada, une valeur nationale (2,12 t C/ha) a été dérivée à partir de séries de données provenant des États-Unis (Nowak *et al.*, 2013). Cette valeur a été ajustée afin de tenir compte du fait que la saison de croissance au Canada est en moyenne plus courte qu'aux États-Unis. Le facteur de séquestration nette du carbone correspond à 74% de la séquestration brute estimé aux États-Unis (Nowak *et al.*, 2013). Des renseignements supplémentaires sur la méthodologie d'estimation sont disponibles à l'annexe 3.5.

6.8.1.3. Incertitude et cohérence des séries chronologiques

L'incertitude des estimations du couvert arboré urbain est évaluée selon l'erreur-type associée à la méthode d'échantillonnage (0,2 % pour l'estimation nationale du couvert arboré urbain). Les erreurs-types associées aux estimations du

couvert arboré urbain étaient faibles, en raison du très grand nombre de points d'échantillonnage. L'incertitude associée à la superficie urbaine totale est estimée à 15 % en 1990 et à 10 % en 2012. Quant à l'incertitude concernant le taux brut de séquestration du carbone à l'échelle nationale (16 %), elle a été estimée à partir du degré d'incertitude rapporté par Nowak *et al.* (2003). L'incertitude totale associée aux estimations du taux net de séquestration du CO₂ des arbres en milieu urbain est de 21 % pour 1990 et 2012. Des renseignements supplémentaires sur la méthodologie d'estimation sont disponibles à l'annexe 3.5.

La même méthodologie et les mêmes coefficients utilisés pour les estimations des émissions ont été employés pour toute la série chronologique (1990–2017).

6.8.1.4. Assurance de la qualité/ contrôle de la qualité et vérification

La section 1.3 du chapitre 1 décrit les procédures générales d'AQ/CQ suivies pour l'inventaire des

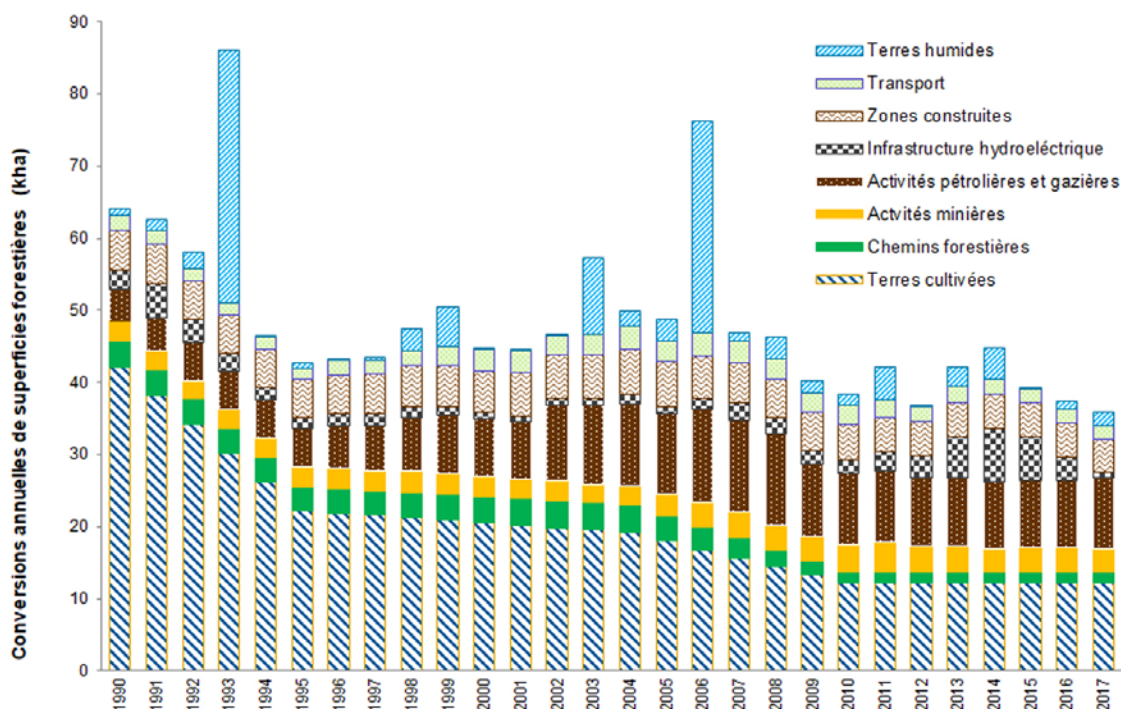
GES du Canada. Ces procédures s'appliquent également à cette catégorie.

Les estimations des valeurs régionales de couvert arboré urbain employées ont été comparées aux valeurs de couvert arboré urbain publiées pour les grandes villes canadiennes, lesquelles étaient estimées à partir d'un échantillonnage par points. Dans la majorité des cas, les estimations du couvert arboré urbain correspondent étroitement à un coefficient global de détermination (R^2) de 0,90 obtenu par une analyse de régression linéaire. À l'échelle nationale, les estimations du couvert arboré urbain ont été comparées à celles dérivées d'une méthode basée sur la végétation naturelle potentielle (GIEC, 2006); une fois pondérées en fonction de la superficie urbaine, ces estimations étaient très proches (2 %).

6.8.1.5. Recalculs

Cette catégorie de source n'a fait l'objet d'aucun recalcul.

Figure 6–7 Conversions annuelles de superficies forestières, par utilisation finale des terres



6.8.1.6. Améliorations prévues

Les estimations des données sur les activités et des coefficients servant à estimer les absorptions brutes et les absorptions nettes seront mises à jour au fur et à mesure que de nouvelles données seront disponibles.

6.8.2. Terres converties en établissements (catégorie 4.E.2 du CUPR)

En 2017, les émissions de cette catégorie ont totalisé 6 Mt. Bien qu'il puisse y avoir plusieurs catégories de terres, incluant les Terres forestières qui ont été converties en établissements, on ne dispose pas actuellement de données suffisantes pour quantifier la superficie ou les émissions associées à tous les types de changement d'utilisation des terres. Des efforts considérables sont déployés pour quantifier la superficie des terres forestières converties en établissements, car il s'agit là du premier type de conversion en importance depuis 2000. De 1990 à 2017, en moyenne, 25 kha de terres forestières ont été convertis en établissements chaque année, principalement dans les zones de déclaration des Plaines boréales, du Bouclier boréal est, de la zone Maritime de l'Atlantique, des Plaines à forêts mixtes et de la Cordillère montagnarde. La conversion des terres forestières représente près de 100 % des émissions déclarées dans la présente catégorie. Une méthode uniforme a été mise au point pour tout type de conversion des forêts, qui est décrite à la section 6.9.

Le reste de la section traite de la conversion des terres non forestières en établissements, qui comprend la conversion de prairies en établissements dans le Nord canadien ainsi que la conversion des terres cultivées en établissements dans les régions agricoles du Canada.

6.8.2.1. Terres cultivées converties en établissements (catégorie 4.E.2.2 du CUPR)

6.8.2.1.1. Description de la catégorie de source

L'étalement urbain et le développement industriel pour l'extraction de ressources ont été les principaux moteurs de la conversion de terres cultivées en établissements au Canada. En moyenne, au

cours des périodes 1990–2000 et 2000–2010, une proportion de 18 kha et de 11 kha de terres cultivées a été convertie en établissements chaque année, notamment dans les zones de déclaration suivantes : Plaines à forêts mixtes, Prairies subhumides et Maritime de l'Atlantique. Les émissions n'ont pas été estimées jusqu'à maintenant, mais cela fait partie des améliorations prévues pour cette catégorie.

6.8.2.1.2. Questions de méthodologie

La superficie des Terres cultivées converties en établissements a été estimée à partir des cartes de l'affectation des terres en 1990, 2000 et 2010 de Huffman *et al.* (2015a) à l'aide des méthodes décrites à l'annexe 3.5. Les taux de conversion annuels ont été estimés en calculant la superficie totale des terres converties pendant ces trois années et en divisant le résultat par l'intervalle de temps, en supposant que le taux de conversion est resté constant d'une année à l'autre. Les taux de conversion annuels ont été extrapolés en fonction d'un taux de conversion constant après 2010.

6.8.2.1.3. Incertitudes et cohérence des séries chronologiques

Le degré d'incertitude de la superficie associé au changement d'affectation des terres a été quantifié à partir de 457 points distribués dans cinq régions métropolitaines de recensement (Toronto, Hamilton, Oshawa, Montréal et Edmonton), qui englobent plus de 45 % de la superficie totale touchée par un changement. La précision globale dans la détection des zones de véritable changement était supérieure à 80% et concorde avec les valeurs trouvées par Huffman *et al.* (2015a) sur l'exactitude de chaque carte d'utilisation des terres.

6.8.2.1.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification

Les polygones du recensement de 2011 ont servi à délimiter chaque région métropolitaine de recensement, et des images Landsat de la surface terrestre planétaire ont été obtenues auprès des services⁹ en ligne ArcGIS pour 1990, 2000 et 2010. Le changement d'affectation des terres ou de la couverture terrestre a été vérifié pour plus de 200 points pour chaque période temporelle, par une

9 <http://imagery.arcgisonline.com/arcgis/rest/services>

interprétation visuelle des images. Les points ont été définis par un échantillonnage aléatoire stratifié, la moitié des points se trouvant dans des zones où des terres cultivées ont été converties en établissements et l'autre moitié, dans des zones sans changement, et sont situés à une distance minimale de 1 km, afin d'éliminer tout biais statistique.

6.8.2.1.5. Recalculs

Cette catégorie de source n'a fait l'objet d'aucun recalcul.

6.8.2.1.6. Améliorations prévues

Les travaux à venir pour cette catégorie visent à élaborer des estimations mettant l'accent sur les émissions associées aux zones touchées par un changement en déterminant la biomasse aérienne pendant la période précédant la conversion et la perte de carbone par les sols.

6.8.2.2. Prairies converties en établissements (catégorie 4.E.2.3 du CUPR)

6.8.2.2.1. Description de la catégorie de source

L'exploitation des ressources est le facteur dominant du changement d'affectation des terres dans les régions arctique et subarctique du Canada. En 2017, la conversion de prairies en établissements dans le Nord canadien a produit 19 kt d'émissions, une baisse par rapport à 48 kt en 1990. La principale source d'émissions de cette catégorie dans la série chronologique est associée à la conversion de prairies en établissements dans la taïga du Bouclier est, la Taïga des plaines et la Cordillère boréale (zones de déclaration 4, 13 et 16).

6.8.2.2.2. Questions de méthodologie

Pour estimer avec exactitude l'effet direct de ce type d'activité humaine dans le nord du Canada, il faut situer les activités dans l'espace et connaître la végétation qui existait avant la conversion—ce qui représente un défi important, étant donné que la superficie en question couvre plus de 560 Mha, et qu'elle recoupe 11 zones de déclaration (1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 13, 16, 17 et 18). Les superficies de changement d'affectation des terres ont été estimées d'après la cartographie établie selon l'interprétation de

l'imagerie pour les années 1990, 2000 et 2010, comme l'indique l'annexe 3.5.7.3.

Les coefficients de biomasse ont été fondés sur l'échantillonnage sur le terrain et ont été vérifiés d'après les valeurs de la documentation pour le Nord canadien (annexe 3.5.7.3).

Les émissions comprennent uniquement les changements des stocks de carbone présents dans la biomasse aérienne avant la conversion. Malgré les campagnes sur le terrain et la comparaison avec les études pertinentes, l'estimation de la densité moyenne ou réelle de biomasse sur une étendue aussi vaste est difficilement mesurable et induit beaucoup d'incertitude.

6.8.2.2.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Une méthode de propagation d'erreur, décrite à l'annexe 3.5, a été utilisée pour estimer l'incertitude relative à cette catégorie. L'estimation de l'incertitude pour cette catégorie varie entre 78 % et 87 % pour les différentes zones de déclaration en raison de la difficulté associée à la collecte de données de terrain pour estimer la biomasse aérienne et la variabilité des conditions de la végétation et du climat dans cette vaste région.

6.8.2.2.4. Assurance de la qualité/contrôle de la qualité et vérification

La section 1.3 du chapitre 1 décrit les procédures générales d'AQ/CQ suivies pour l'inventaire des GES du Canada. Ces procédures s'appliquent également à cette catégorie.

6.8.2.2.5. Recalculs

Cette catégorie de source n'a fait l'objet d'aucun recalcul.

6.8.2.2.6. Améliorations prévues

Les travaux à venir pour cette catégorie visent à améliorer les estimations en recueillant de nouvelles données et en compilant les données scientifiques nationales pour estimer les émissions provenant du réservoir de sol ainsi que pour améliorer les estimations de la biomasse aérienne avant la conversion, en ajustant les coefficients de biomasse utilisés pour chaque zone de déclaration selon les indices de végétation fondés sur l'imagerie et d'autres données de terrain.

6.9. Conversion des forêts

La conversion des forêts n'est pas une catégorie de déclaration, étant donné qu'elle chevauche les sous-catégories des Terres converties en terres cultivées, des Terres converties en terres humides, des Terres converties en établissements et des Produits ligneux récoltés. Cette section analyse brièvement les questions de méthodologie propres à ce type de changement d'affectation des terres et souligne la démarche générale suivie pour estimer son ampleur, sa localisation géographique et son impact. Une approche uniforme a été utilisée pour tous les types de terres forestières converties, afin de réduire au minimum les omissions et les chevauchements, tout en maintenant l'uniformité spatiale dans la mesure du possible.

En 2017, la conversion des terres forestières en terres cultivées, en terres humides et en établissements a généré des émissions immédiates et résiduelles totales de 11 Mt comparativement à 18 Mt en 1990. Cette baisse comprend une réduction des émissions immédiates et résiduelles de 5,2 Mt attribuable à la conversion des terres forestières en terres cultivées, et une réduction des émissions de 1,7 Mt due à la conversion des terres forestières en terres humides (réservoirs). Il y a eu également une légère baisse des émissions immédiates et résiduelles de 0,3 Mt attribuable à la conversion des terres forestières en établissements. À noter que les valeurs mentionnées incluent les émissions résiduelles allant au-delà de 20 ans après la conversion (10 ans pour les réservoirs et 1 an pour l'extraction de tourbe) qui sont déclarées dans les catégories des terres dont la vocation n'a pas changé (p. ex. Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé ou Terres humides dont la vocation n'a pas changé). Les autres émissions qui sont associées à cette source comprennent celles qui résultent de l'utilisation et de l'élimination des PLR fabriqués de bois provenant d'activités de conversion des forêts depuis 1990, qui sont incluses dans les estimations des émissions de CO₂ déclarées dans le tableau 4.G du CUPR et qui totalisaient 2,7 Mt en 2017, une baisse par rapport à 3,1 Mt en 1990 (voir les détails à la section 6.4).

Il faut bien faire la distinction entre les taux annuels de conversion des terres forestières (64 kha en 1990 et 36 kha en 2017) et la superficie totale de terres forestières converties pour d'autres utilisations foncières, selon les déclarations des tableaux du CUPR pour chaque année d'inventaire. Les valeurs

du CUPR englobent toutes les terres forestières converties au cours des 20 ans qui se terminent avec l'année d'inventaire actuelle (10 ans pour les réservoirs et 1 an pour l'extraction de tourbe) et sont donc nettement plus élevées que les taux annuels de conversion des forêts en d'autres affectations des terres.

Il est aussi important de noter que les émissions immédiates, qui se produisent au moment de la conversion, ne représentent qu'une fraction de toutes les émissions imputables aux activités courantes et antérieures de conversion des forêts déclarées au cours d'une année d'inventaire donnée. En 2017, les émissions immédiates (2,2 Mt) ne représentaient que 19 % des émissions totales déclarées attribuables aux catégories de conversion des forêts. Le reste est constitué d'émissions résiduelles causées par des déboisements actuels et passés. Les taux de décomposition de la matière organique morte sont tels que les émissions résiduelles continuent au-delà de 20 ans (10 ans pour les réservoirs et 1 an pour l'extraction de tourbe), après quoi elles sont déclarées comme variations des stocks de carbone dans les Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé et dans les Terres humides dont la vocation n'a pas changé.

Les principaux facteurs de conversion des forêts sont l'expansion agricole et l'extraction des ressources, représentant 42 % et 30 %, respectivement, de la superficie cumulative de terres forestières converties depuis 1990. Les taux annuels de conversion de forêts en terres cultivées affichent une baisse constante entre 1990 et 2010 (Figure 6-7).

À l'inverse, les taux annuels de conversion de terres forestières en établissements comprenant les routes forestières, les activités minières, pétrolières et gazières, les infrastructures hydroélectriques, le transport et les zones construites, sont passés de 21 kha en 1990 à 30 kha en 2006 et 2007, pour ensuite retomber à 22 kha en 2017 (Figure 6-7). Depuis 2000, la catégorie Établissements est devenue le principal moteur de conversion des forêts, puisque, en moyenne, 59 % du total de la superficie forestière est converti annuellement en établissements, sauf en 2003 et 2006, où d'importants travaux hydroélectriques ont nécessité du déboisement (Figure 6-7). Cette tendance est le reflet d'activités de mise en valeur des ressources, spécialement dans la région des plaines boréales, avec un taux annuel de 15 kha en 2006, 2007

et 2008. La conversion de forêts pour la mise en valeur des ressources dans cette région a depuis diminué, mais demeure responsable de 33 % de la perte totale de la superficie forestière nationale en 2017.

L'inondation de vastes réservoirs (p. ex. La Forge-1 en 1993 et Eastmain-1 en 2006) peut également convertir de vastes superficies de forêts en terres humides (Figure 6-7). Cependant, puisqu'une bonne partie des stocks de carbone pré-conversion sont submergés, ces événements épisodiques ne libèrent pas nécessairement des quantités correspondantes de gaz à effet de serre.

La conversion des terres forestières concerne à la fois les forêts aménagées et non aménagées. Les pertes de forêts non aménagées se produisent surtout dans les zones 4 (taïga du Bouclier est) et 5 (Bouclier boréal est), et sont généralement attribuables à l'inondation de réservoirs. Ceci est également observé dans une moindre mesure, dans les zones de déclaration 9 (Bouclier boréal ouest) et 8 (Plaines hudsoniennes).

6.9.1. Questions de méthodologie

La conversion des forêts en d'autres catégories de terres qui était une pratique courante dans le passé est en déclin au Canada, et ce pour divers facteurs se produisant un peu partout au pays : cadres de politique et de réglementation, lois du marché, richesse en ressources naturelles. Les activités économiques qui entraînent des pertes forestières sont diversifiées; il en résulte une hétérogénéité des régimes spatiaux et temporels de conversion des forêts qui ont été systématiquement documentés au cours des dernières décennies. La difficulté a été de concevoir une démarche intégrant une grande diversité de sources d'information afin de bien saisir les divers modes de conversion des forêts dans le paysage canadien tout en conservant une approche homogène pour réduire au minimum les omissions et les chevauchements.

La démarche adoptée pour estimer les superficies forestières converties en d'autres utilisations des terres repose sur trois grandes sources d'information : l'échantillonnage systématique ou représentatif d'images de télédétection, les registres de données et le jugement d'experts (Dyk *et al.*, 2011, 2015). La méthode de base repose sur des cartes de conversion des forêts obtenues par télédétection,

établies d'après des échantillons d'images Landsat remontant à environ 1975, 1990, 2000, 2008, 2013 et 2018. Pour l'application de la méthode, tout déboisement permanent d'une largeur supérieure à 20 m de la base d'un arbre à celle d'un autre arbre et couvrant une superficie d'au moins 1 ha a été considérée comme une conversion de terres forestières. Cette convention a été adoptée pour étiqueter logiquement les agencements linéaires du paysage. Les autres grandes sources d'information sont des bases de données ou d'autres documents sur les chemins forestiers, les lignes de transport d'énergie, les infrastructures pétrolières et gazières et les réservoirs hydroélectriques. Lorsque l'échantillonnage par télédétection était insuffisant, des experts ont été consultés dans le but d'amoindrir les différences entre les données de registres et d'analyse de télédétection, et de réduire les écarts apparents existant dans les estimations des superficies entre les périodes 1975-1990, 1990-2000, 2000-2008, 2008-2013 et 2013-2017. Une description plus détaillée de la démarche et des sources de données est fournie à l'annexe 3.5.

Toutes les estimations des émissions des bassins de biomasse et de matière organique morte imputables à la conversion des forêts ont été établies à l'aide du modèle MBC-SFC3 (section 6.3.1.2), sauf lorsque les forêts étaient submergées sans déboisement préalable. Des cadres de modélisation différents ont servi à l'estimation des émissions du réservoir de sol, à l'exception de la sous-catégorie des Terres converties en établissements, pour laquelle on a utilisé les taux de décomposition du modèle MBC-SFC3. C'est pourquoi les méthodes sont généralement conformes à celles utilisées dans la catégorie des Terres forestières dont la vocation n'a pas changé. L'annexe 3.5 résume les procédures d'estimation.

6.9.2. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Une incertitude globale de $\pm 30\%$ est associée aux estimations de la superficie totale de terres forestières converties chaque année au Canada (Leckie, 2011), la vraie valeur de cette superficie, avec un intervalle de confiance de 95 %, se situant, pour 2017, entre 25 kha et 47 kha par an. Il faut prendre soin de ne pas appliquer la fourchette de 30 % à la superficie cumulative déclarée dans

le CUPR pour les terres forestières converties en une autre catégorie de terres depuis moins de 20 ans (10 ans pour les réservoirs). L'annexe 3.5 décrit les principales sources d'incertitude associées aux estimations de la superficie établies d'après les données de télédétection.

6.9.3. Assurance de la qualité/ contrôle de la qualité et vérification

La section 1.3 du chapitre 1 décrit les procédures générales d'AQ/CQ qui ont été suivies. De plus, des procédures détaillées d'AQ/CQ de niveau 2 ont été appliquées pendant la préparation des estimations, avec notamment un contrôle de qualité documenté de l'interprétation des images, une validation sur le terrain, des calculs croisés et un examen détaillé des résultats (Dyk *et al.*, 2011, 2015). Les calculs, l'utilisation des données des registres et l'avis des experts peuvent être retracés grâce au système de compilation et sont documentés. Des renseignements supplémentaires sont disponibles à l'annexe 3.5.

6.9.4. Recalculs

La conversion des forêts a fait l'objet de recalculs mineurs ayant entraîné une diminution nette globale de 6,1 kha des superficies converties estimées pour la période de 2005 à 2016. La plupart des changements étaient attribuables à la mise à jour de la cartographie des superficies associées à des événements importants, à la mise à jour des données de la région des sables bitumineux et aux améliorations du processus de traitement. La plus importante modification des estimations de la déforestation indiquée dans le présent rapport concernait la zone de déclaration 5 (Bouclier boréal est) en raison de la révision des superficies associées à l'aménagement hydroélectrique du complexe de la Romaine et d'autres activités. Les estimations liées à la catégorie industrielle des mines ont connu une baisse en raison de l'amélioration des estimations concernant les gravières. Les changements attribuables à la mise à jour de la cartographie des sables bitumineux se sont traduits, dans l'ensemble, par une différence de superficie relativement petite. Les effets conjugués de ces changements ont donné lieu à des recalculs mineurs dans les émissions immédiates et résiduelles totales de cette source, soit entre -0,1 Mt en 2013 et +0,2 Mt en 2016.

Les recalculs pour les années précédant 2005 étaient inférieurs à 1 % et inhérents à la sélection aléatoire des peuplements forestiers par les algorithmes du modèle d'écosystème forestier, ce qui a modifié les quantités estimées de biomasse prélevée pendant la conversion, et la quantité de bois mort et de litière en décomposition sur les sites déboisés (pour plus de détails, voir la section 6.3.1.5).

6.9.5. Améliorations prévues

L'élaboration des données cartographiques pour la conversion de forêts se poursuit, et l'on a commencé à intégrer dans le présent rapport un nouveau point d'ancrage à la série chronologique pour la conversion des forêts. Cette intégration se poursuivra dans les prochains rapports. Des travaux sont en cours afin de traiter des images Landsat et Sentinel du Canada en vue de la nouvelle période de cartographie de 2013 à 2018. Il est prévu à moyen et à long terme d'examiner la série chronologique de 1970 à 2004 des superficies de déforestation lorsque les ressources nécessaires deviendront disponibles.

CHAPITRE 7

DÉCHETS (SECTEUR 5 DU CUPR)

7.1. Aperçu

Le secteur des déchets au Canada comprend les émissions imputables au traitement et à l'évacuation des déchets, entre autres de l'évacuation des déchets solides, du compostage et du traitement biologique des déchets, de l'incinération et de la combustion à l'air libre, ainsi que du traitement et du rejet des eaux usées.

7.1.1. Résumé sur les émissions

Parmi les sources et les gaz du secteur des déchets, on peut citer le méthane (CH_4) provenant des décharges de déchets solides (sites d'enfouissement), le CH_4 et l'oxyde nitreux (N_2O) imputables au traitement biologique des déchets solides, le dioxyde de carbone (CO_2), le CH_4 et le N_2O attribuables à l'incinération et à la combustion à l'air libre des déchets ainsi que le CH_4 et le N_2O résultant du traitement et du rejet des eaux usées.

En 2017, les émissions de gaz à effet de serre (GES) du secteur des déchets représentaient 18,8 Mt du total des émissions nationales, comparativement à 19,3 Mt en 1990, soit une baisse de 510 kt ou de 2,7 % (Tableau 7-1). Les émissions de ce secteur ont représenté 3,2 % et 2,6 % des émissions canadiennes totales de GES en 1990 et en 2016, respectivement.

7.1. Aperçu	193
7.2. Évacuation des déchets solides (catégorie 5.A du CUPR)	194
7.3. Traitement biologique des déchets solides (catégorie 5.B du CUPR)	197
7.4. Incinération et combustion à l'air libre de déchets (catégorie 5.C du CUPR)	199
7.5. Traitement et rejet des eaux usées (catégorie 5.D du CUPR)	202

Les émissions du sous-secteur de l'évacuation des déchets solides, qui englobent les émissions combinées provenant des sites d'enfouissement de déchets solides municipaux (DSM) et de déchets ligneux, ont totalisé 17 Mt, ou 89 %, des émissions du secteur en 2017. Le gaz qui contribue le plus aux émissions du secteur des déchets est le CH_4 émis par les sites d'enfouissement de DSM, à raison de 17 Mt (0,67 Mt de CH_4) en 2017.

Lorsque les déchets traités ou évacués proviennent de la biomasse, les émissions de CO_2 attribuables à de tels déchets sont déclarées à l'inventaire en tant que poste pour mémoire. Les émissions de CO_2 d'origine biologique ne sont pas déclarées ici si elles sont déclarées ailleurs dans l'inventaire ou si l'absorption correspondante de CO_2 n'est pas inscrite dans l'inventaire (p. ex. cultures annuelles). Dans ce dernier cas, les émissions ne sont pas incluses dans les émissions totales de l'inventaire, étant donné que l'absorption de CO_2 par les végétaux récoltés ne fait pas l'objet d'une estimation et que l'incorporation de ces émissions dans le secteur des déchets entraînerait

Tableau 7-1 Sommaire des émissions de GES du secteur des déchets, certaines années

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (Mt d'éq. CO_2)							
	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Secteur des déchets	19,3	20,2	17,7	18,2	18,7	18,8	18,7	18,8
Évacuation des déchets solides	17,9	18,3	15,8	16,3	16,7	16,7	16,7	16,7
Traitement biologique des déchets solides	0,1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4
Traitement et rejet des eaux usées	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
Incinération et combustion à l'air libre des déchets	0,5	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

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

Tableau 7-2 **Sommaire des nouveaux calculs relatifs au secteur des déchets, certaines années (Mt d'éq. CO₂)**

Catégories de gaz à effet de serre	1990	2005	2012	2013	2014	2015	2016
Secteur des déchets							
Présent rapport (2019)	19,3	20,2	17,7	18,2	18,7	18,8	18,7
Rapport précédent (2018)	18,6	21,2	18,3	18,4	18,2	18,6	18,7
Changement net dans les émissions	+0,7	-1,0	-0,6	-0,1	+0,5	+0,2	+0,1
Évacuation des déchets solides							
Présent rapport (2019)	17,9	18,3	15,8	16,3	16,7	16,7	16,7
Rapport précédent (2018)	16,7	19,2	16,3	16,3	16,0	16,3	16,4
Changement net dans les émissions	+1,2	-0,9	-0,4	+0,0	+0,7	+0,4	+0,2
Traitement biologique des déchets solides							
Présent rapport (2019)	0,1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
Rapport précédent (2018)	0,1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Changement net dans les émissions	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,0	-0,0
Incinération et combustion à l'air libre des déchets							
Présent rapport (2019)	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Rapport précédent (2018)	0,8	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
Changement net dans les émissions	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2
Traitement et rejet des eaux usées							
Présent rapport (2019)	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2
Rapport précédent (2018)	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Changement net dans les émissions	-0,1	-0,1	+0,0	+0,0	+0,0	+0,1	+0,1
Note : Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.							

un déséquilibre. En outre, les émissions de CO₂ du bois et des produits ligneux sont déclarées dans le secteur de l'affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (ATCATF). En revanche, les émissions totales de l'inventaire comprennent les émissions de CH₄ attribuables à la décomposition anaérobie des déchets qui font partie du secteur des déchets.

La plus importante modification ayant été apportée à la méthodologie d'estimation vise les catégories de l'incinération et la combustion à l'air libre de déchets et du traitement et rejet des eaux usées. En particulier, les émissions provenant des installations de traitement des déchets sont dorénavant incluses dans le secteur de l'énergie. Ces mises à jour, ainsi que de plus petites mises à jour effectuées à d'autres secteurs des déchets, ont entraîné des recalculs des estimations du secteur des déchets. Une description détaillée des recalculs effectués à la lumière des nouvelles méthodes et des nouvelles données figure dans la section consacrée aux recalculs pour chaque source, dans ce chapitre et dans le chapitre 8.

7.2. Évacuation des déchets solides (catégorie 5.A du CUPR)

7.2.1. Description de la catégorie de sources

La catégorie de l'évacuation des déchets solides englobe les émissions de CH₄ provenant des sites d'enfouissement de déchets solides municipaux (DSM) et des sites d'enfouissement de déchets ligneux. Les émissions sont générées par la décomposition anaérobie des déchets organiques enfouis dans les sites d'enfouissement. Bien que du CO₂ soit également produit, 'il est d'origine biogène et, pour cette raison, il ne doit pas être déclaré dans ce secteur. Les émissions de N₂O sont considérées comme négligeables.

Au Canada, la majeure partie des déchets enfouis le sont dans des sites d'enfouissement aménagés par les municipalités ou appartenant à des intérêts privés. Il existe encore très peu, voire aucun, site d'enfouissement qui ne soit pas aménagé. L'évacuation des DSM est réglementée par les provinces et les territoires, mais elle est généralement gérée par des autorités municipales et régionales. Les déchets résidentiels, les déchets institutionnels, commerciaux et industriels (ICI) et les déchets de construction et de démolition (C et D) sont évacués dans des sites d'enfouissement de DSM. Même si la

réglementation varie d'un bout à l'autre du pays, les exigences réglementaires communes sont le captage des gaz d'enfouissement et les couvertures des sites d'enfouissement. En outre, bon nombre de provinces mettent en œuvre, ou ont déjà en place, des cibles de réduction de certains déchets comme les interdictions visant les déchets organiques parmi les déchets enfouis, ou des buts en matière de production de déchets par habitant.

À l'inverse, les sites d'enfouissement de déchets ligneux appartiennent pour la plupart à des intérêts privés et sont exploités par des entreprises forestières, comme des scieries et des usines de pâtes et papiers. Ces industries se servent des sites d'enfouissement pour éliminer les résidus ligneux excédentaires, dont la sciure, les copeaux de bois, l'écorce et les boues. Certaines entreprises ont manifesté un intérêt croissant pour les projets de récupération d'énergie qui produisent de la vapeur ou de l'électricité par combustion de ces déchets. Depuis quelques années, on transforme ce que l'on considérait jadis comme des déchets en un produit à valeur ajoutée, par exemple des granules de bois pour les poêles et les chaudières à granules résidentiels et commerciaux, de même que des panneaux comprimés, des panneaux de fibres et des panneaux de particules. Les sites d'enfouissement de déchets ligneux ne sont qu'une source mineure d'émissions de CH₄ par rapport aux sites d'enfouissement de DSM.

La catégorie de l'évacuation des déchets solides a contribué à hauteur de 16,7 Mt (80 %) aux émissions totales du secteur des déchets ou 2,3 % des émissions totales au Canada en 2017. En 2017, les émissions de cette catégorie étaient de 1,2 Mt (6,7 %) inférieures à celles de 1990 qui étaient de 18,0 Mt. Parmi les facteurs influant sur les émissions provenant des sites d'enfouissement au fil du temps, on compte la croissance démographique et les pratiques de gestion des déchets. Plus de déchets sont produits à mesure que la population augmente. Cependant, depuis ces dernières années (de 2005 jusqu'à aujourd'hui), les pratiques de réacheminement des déchets ainsi que le captage des gaz d'enfouissement par des installations situées dans les sites d'enfouissement ont contrebalancé la quantité de méthane finalement rejetée par les sites d'enfouissement.

7.2.2. Questions de méthodologie

Les émissions des sites d'enfouissement de DSM et de déchets ligneux ont été estimées à l'aide de

la méthode de décomposition de premier ordre (DPO) des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre* (GIEC, 2006), qui a été appliquée à l'aide d'un modèle Scholl Canyon. Le modèle met en relation les émissions et le total des déchets biodisponibles enfouis pendant plusieurs années et a été validé dans le cadre d'une étude réalisée par l'Université du Manitoba (Thompson et al., 2006).

Les gaz d'enfouissement, essentiellement du CH₄ et du CO₂, sont produits par la décomposition anaérobie des déchets organiques. Le processus de décomposition commence généralement de 10 à 50 jours après que les déchets aient été placés dans le site. Même si la majorité du CH₄ et du CO₂ est émise durant les 20 années suivant l'enfouissement, les émissions peuvent se poursuivre pendant un siècle ou plus (Levelton, 1991).

L'enfouissement des DSM est une pratique populaire dans l'ensemble du Canada et, par conséquent, il existe un grand nombre de sites d'enfouissement de différentes tailles partout au pays. Cependant, il n'y a actuellement aucune source constante de données sur la quantité de déchets enfouis. Au lieu de cela, on utilise la quantité totale de déchets évacués de chaque province comme base de calcul des émissions. On a supposé que les déchets sont évacués de l'une des trois façons suivantes : enfouissement, incinération ou exportation vers les États-Unis. Comme les quantités de déchets exportés ou incinérés sont connues, on les utilise pour calculer la quantité de déchets enfouis. Les données disponibles de toutes les provinces et de tous les territoires remontant à 1941, le modèle de DPO est appliqué pour toutes les années depuis 1941 jusqu'à aujourd'hui.

Les sites d'enfouissement de déchets ligneux sont des terrains réservés pour l'évacuation de déchets ligneux des industries des pâtes et papiers, et du bois massif. Il existe peu de données sur la quantité de déchets envoyés vers ces terrains. On a supposé que la quantité de déchets évacués dans les sites d'enfouissement de déchets ligneux diminue rapidement, car le changement de vocation des déchets ligneux devient de plus en plus populaire. Depuis quelques années, la grande majorité des déchets ligneux est produite en Ontario et en Colombie-Britannique.

Dans un site d'enfouissement, plusieurs facteurs contribuent à la production de gaz. Un des facteurs les plus importants est la composition des déchets

introduits dans le site d'enfouissement. Comme pour les habitudes des consommateurs et les pratiques de gestion des déchets, les types de déchets évacués dans les sites d'enfouissement de DSM évoluent avec le temps. Un autre facteur important qui influe sur la production d'émissions de CH₄ dans un site d'enfouissement est la teneur en humidité. L'humidité est considérée comme un facteur limitant de la production d'émissions de CH₄, et on a supposé que les précipitations sont le principal facteur agissant sur la teneur en humidité d'un site d'enfouissement. Même s'il existe, dans les sites d'enfouissement, plusieurs autres facteurs touchant la production d'émissions de CH₄ comme le pH, la disponibilité des éléments nutritifs et la température, ils ne sont pas pris en compte dans le modèle. On suppose que ces facteurs ont peu d'influence sur les taux de production par rapport à la composition et à l'humidité des déchets.

Le CH₄ produit dans un site d'enfouissement ne sera pas entièrement rejeté dans l'atmosphère. Pour déterminer la quantité de CH₄ rejetée, la quantité captée par une technologie de captage des gaz d'enfouissement ainsi que la proportion de CH₄ oxydé dans les couvertures de sites d'enfouissement sont prises en compte. Le captage de gaz d'enfouissement dans les sites d'enfouissement gérés est de plus en plus populaire au Canada. Les gaz d'enfouissement peuvent servir à produire de l'électricité ou de la chaleur, ou ils sont brûlés par torchage pour réduire le potentiel d'émission de GES. On a supposé qu'aucun gaz d'enfouissement n'est émis dans les sites d'enfouissement de déchets ligneux.

L'oxydation du CH₄ en CO₂ par les bactéries méthanotrophes dans les couvertures des sites d'enfouissement est comptabilisée en appliquant un facteur d'oxydation aux émissions dont on estime qu'elles ont été produites dans les sites d'enfouissement, après avoir comptabilisé les gaz d'enfouissement. Chaque province ou territoire au Canada exige que les sites d'enfouissement gérés d'une certaine taille mettent quotidiennement en place du matériel de couverture pour enfouir les déchets. Il existe également des exigences annuelles en matière de couverture ainsi que du matériel de couverture plus robuste pour les sites d'enfouissement fermés. Bien que les sites d'enfouissement des déchets ligneux ne soient pas aménagés de façon aussi robuste que les sites d'enfouissement de DSM, une couche peu profonde de déchets ligneux est un milieu

approprié pour les bactéries méthanotrophes qui oxydent le CH₄ produit plus profondément dans le site d'enfouissement.

7.2.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

On estime que l'incertitude associée aux émissions de CH₄ provenant de l'ensemble des sites d'enfouissement de DSM et de déchets ligneux se situe entre -35 % et +40 %. Cette plage d'incertitude est très proche de l'incertitude de -40 % à +35 % estimée dans une étude sur les émissions de CH₄ attribuables aux sites d'enfouissement de DSM (IFC Consulting, 2004), qui a principalement été influencée par l'incertitude de la constante *k* du taux de production de CH₄ fondée sur l'estimation d'un expert.

Bien que la plage d'incertitude estimée pour les sites d'enfouissement de déchets ligneux soit significativement plus large (c.-à-d. de -60 % à +190 %) que celle des sites d'enfouissement de DSM, sa contribution à l'incertitude de la catégorie n'est pas aussi importante, parce que les sites d'enfouissement de déchets ligneux contribuent peu aux émissions (c.-à-d. environ 10 %). L'estimation du degré d'incertitude relatif aux sites d'enfouissement de déchets ligneux a subi, dans une large mesure, l'influence du taux de production de CH₄, de la teneur en carbone des déchets enfouis et de la fraction biodégradable des déchets.

Les estimations sont établies de manière cohérente dans le temps.

7.2.4. AQ/CQ et vérification

La procédure annuelle de contrôle de la qualité consistait à vérifier que toutes les données d'activités et toutes les mises à jour des méthodes ont été intégrées au modèle. On a comparé les changements attendus dans les valeurs d'émissions estimatives, dus à chaque mise à jour des méthodes et aux mises à jour régulières des données, aux changements totaux réels dans les valeurs d'émissions afin de vérifier que tous les recalculs ont été bien intégrés. Une comparaison des valeurs interannuelles des émissions a été effectuée pour déceler tout changement inattendu dans les émissions à l'échelle régionale et nationale. Des vérifications régulières d'assurance de la qualité ont été réalisées, comme pour confirmer que les données

consignées de toutes les années et de toutes les régions ont été incluses dans les estimations finales et que les valeurs totales nationales correspondent à la somme des valeurs totales régionales.

7.2.5. Recalculs

On a procédé à un recalcul des estimations des émissions attribuables aux sites d'enfouissement de DSM de la série chronologique de 1990–2015 de manière à tenir compte de ce qui suit :

- Les mises à jour de la quantité de DSM incinérés ont eu une incidence sur la quantité de déchets évacués estimés avoir été envoyés aux sites d'enfouissement.
- Les mises à jour régulières des paramètres et des données du modèle sur les DSM consistaient à intégrer les plus récents résultats du sondage sur les gaz d'enfouissement, à intégrer les plus récentes données sur les précipitations dans les valeurs de k depuis 2008 jusqu'à nos jours et à mettre à jour les données sur l'exportation.
- Les données sur le captage des gaz d'enfouissement ont été recompilées pour l'ensemble de la série chronologique de 1990 à aujourd'hui. Un certain nombre d'erreurs ont été corrigées par rapport aux années antérieures, et les dernières données d'enquête ont été intégrées pour les années plus récentes.

Ensemble, ces changements ont fait varier les émissions de -5 % à 7 % dans ce sous-secteur durant toute la série chronologique, comparativement au dernier rapport.

7.2.6. Améliorations prévues

Les possibilités d'obtenir des données améliorées sur les quantités et les types de déchets enfouis dans les provinces sont actuellement à l'étude. Une collaboration accrue avec les autorités provinciales et d'autres autorités régionales pourrait donner lieu à des données de meilleure qualité qui pourraient être incorporées directement dans le modèle sur les déchets ou utilisées pour vérifier les estimations actuelles. Une enquête sur les gaz d'enfouissement d'environ 300 installations est prévue afin d'obtenir de l'information sur le captage et l'utilisation des gaz d'enfouissement.

7.3. Traitement biologique des déchets solides (catégorie 5.B du CUPR)

7.3.1. Description de la catégorie de sources

Cette catégorie de sources inclut les émissions provenant du compostage et de la digestion anaérobie dans les installations de biogaz. De nombreuses municipalités canadiennes recourent à des installations de compostage centralisées, et certaines mettent en place des installations centrales de traitement anaérobie pour réduire la quantité de matière organique destinée à l'enfouissement. En outre, plusieurs municipalités au Canada envisagent d'interdire ou interdisent déjà l'enfouissement des déchets organiques dans leur territoire afin de favoriser le réacheminement de ces déchets à un traitement biologique. Ces pratiques ont contribué à la grande augmentation de la quantité de déchets organiques réacheminés au Canada depuis 1990.

Les émissions de GES du compostage sont influencées par la teneur en humidité et la composition des déchets, et par la capacité de maintenir des conditions propices à la décomposition anaérobie. La digestion anaérobie des déchets organiques accélère le processus naturel de décomposition, sans oxygène, des matières organiques en maintenant les conditions optimales pour le processus. Les deux types de traitement biologique entraînent la production d'émissions de CO_2 , de CH_4 et de N_2O . Cependant, les émissions de CO_2 ne sont pas incluses dans le total de l'inventaire national, car on estime que le carbone est d'origine biogène et qu'il est pris en compte dans le secteur Agriculture, foresterie et autres affectations des terres ou AFAT (GIEC, 2006). Même si les émissions actuelles produites par la digestion anaérobie d'aliments et de déchets de jardin et de parc au Canada sont considérées comme négligeables, le nombre de digesteurs anaérobie en construction et en activité est croissant, plus particulièrement dans les exploitations agricoles et les municipalités.

En 2017, le sous-secteur du traitement biologique des déchets solides a émis 450 kt d'éq. CO_2 ou 2,4 % des émissions totales du secteur des déchets et 0,06 % des émissions totales au Canada. Les émissions ont été de 390 kt (700 %) supérieures aux niveaux de 1990 qui étaient de 55 kt.

7.3.2. Questions de méthodologie

Les émissions de CH₄ et de N₂O du sous-secteur Traitement biologique des déchets solides au Canada sont estimées à l'aide de la méthode de niveau 1, puisque les coefficients d'émission propres au pays n'ont pas été établis et que seules des données minimales sur les activités de compostage sont disponibles. Des équations et des coefficients d'émission par défaut provenant des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006) sont appliqués aux quantités de déchets organiques provinciaux et territoriaux qui ont été réacheminés (voir l'annexe A3.6.2 pour de plus amples informations). Ces données sont disponibles dans le document de Statistique Canada intitulé *Enquête sur l'industrie de la gestion des déchets : secteur des entreprises et des administrations publiques* (CANSIM 153-0043) (Statistique Canada, sans date) et édité aux deux ans pour les années 1998 à 2014. On a supposé que la quantité de déchets organiques réacheminés est entièrement destinée à des activités de compostage au Canada, puisqu'on n'a pas de données plus détaillées sur les méthodes de traitement biologique pour le moment.

Il existe des lacunes dans les données de Statistique Canada, dont des lacunes dans les données antérieures à 1998, dans les données aux années impaires entre 1998 et 2016 en raison du calendrier bisannuel du sondage et dans les points de données supprimés pour certaines provinces et certains territoires dans la série chronologique du sondage. Plusieurs méthodes sont utilisées pour combler ces lacunes, notamment l'extrapolation d'un point de donnée à partir des deux derniers points de données connus, la moyenne des points de données connus pour l'année antérieure et l'année d'après et, dans le cas d'une province et de deux territoires, l'utilisation des données fournies directement par les représentants régionaux en matière de déchets sur les quantités de déchets compostés dans leur territoire. Il existe peut-être une autre lacune dans les données de Statistique Canada : certaines grandes installations industrielles de compostage du secteur privé qui utilise des matières premières de compostage autres que les DSM peuvent avoir été exclues du sondage.

Actuellement, les émissions de gaz à effet de serre provenant de la digestion anaérobie des déchets solides dans les installations à biogaz ne sont pas estimées pour le Canada. Il existe cinq grands

digesteurs anaérobies en activité au Canada, lesquels traitent les matières organiques triées à la source provenant des flux de déchets municipaux et commerciaux. Le niveau probable des émissions de ces installations identifiées est de 7 kt d'éq. CO₂ ou 0,001 % des émissions totales nationales, ce qui représente moins de 0,05 % des émissions totales et moins que le seuil de 500 kt précisé dans le paragraphe 37(b) des Directives FCCC révisées pour la notification des inventaires annuels des Parties visées à l'annexe 1 de la Convention. Comme cette valeur d'émission peut être considérée comme représentative de toutes les années, cette source peut être considérée comme négligeable.

On trouvera plus d'information à l'annexe A3.6.2 sur la méthode courante utilisée pour l'estimation des émissions provenant du traitement biologique des déchets solides.

7.3.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

Les incertitudes combinées pour les émissions de CH₄ et de N₂O issues du compostage ont chacune été fixées à 165 %, après l'application de facteurs de correction pour une distribution log-normale et une forte incertitude, conformément à l'équation 3.3, chapitre 3 du volume 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006). L'incertitude des coefficients d'émission est définie comme étant la plage de valeurs par défaut énoncées au tableau 4.1, chapitre 4 du volume 5 des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006).

7.3.4. AQ/CQ et vérification

Le processus de contrôle de la qualité pour le sous-secteur Traitement biologique des déchets solides consistait à vérifier tous les aspects des calculs d'estimation des émissions, dont :

- les données d'activités téléchargées et saisies manuellement;
- les calculs pour extrapoler la moyenne ou sinon calculer les données d'activités pour combler les lacunes dans la série chronologique;
- les coefficients d'émission saisis;
- les conversions des unités et calculs des émissions.

Les données d'activités finales et les tendances des émissions ont été tracées pour déterminer les valeurs aberrantes. Les estimations des émissions recalculées ont également été comparées aux estimations d'inventaire antérieures pour s'assurer que les changements dans les niveaux d'émission sont cohérents.

7.3.5. Recalculs

Aucun nouveau calcul significatif n'a été effectué pour cette sous-catégorie.

7.3.6. Améliorations prévues

Les possibilités d'obtention de données améliorées sur les quantités de déchets compostés et/ou digérés en anaérobie dans les provinces et les territoires sont toujours à l'étude. Une collaboration accrue avec les autorités provinciales et d'autres autorités régionales pourrait donner lieu à une base de données plus exhaustive et à des données de meilleure qualité qui pourraient être utilisées pour améliorer ou vérifier les estimations actuelles des émissions. En outre, les estimations des émissions provenant de la digestion anaérobique des déchets seront régulièrement examinées pour faire en sorte que les niveaux demeurent inférieurs à 0,05 % des émissions totales et inférieurs au seuil de 500 kt précisé dans le paragraphe 37(b) des Directives FCCC révisées pour la notification des inventaires annuels des Parties visées à l'annexe 1 de la Convention.

7.4. Incinération et combustion à l'air libre de déchets (catégorie 5.C du CUPR)

7.4.1. Description de la catégorie de sources

Ce sous-secteur comprend les émissions provenant de l'incinération des déchets solides municipaux (DSM), des déchets dangereux, des boues d'égout et des déchets des hôpitaux et des cliniques. Certaines municipalités du Canada utilisent des incinérateurs pour réduire la quantité de DSM expédiés vers les sites d'enfouissement et donc la quantité des boues d'égout qui doivent être

épandues sur le sol. En outre, l'incinération peut servir à récupérer de l'énergie des déchets. Les émissions de GES provenant de la combustion à l'air libre des déchets sont supposées négligeables, lesquelles sont inférieures au seuil de déclaration de 500 kt d'éq. CO₂ et de 0,05 % des émissions totales de GES à l'échelle nationale.

Les émissions de GES provenant des incinérateurs varient selon la quantité de déchets incinérés, la composition des déchets, la teneur en carbone des déchets autres que la biomasse et les conditions d'exploitation des usines.

La catégorie incinération et combustion à l'air libre des déchets a produit 430 kt d'éq. CO₂ (2,3 %) des émissions totales du secteur des déchets, soit 0,08 % des émissions totales au Canada en 2017. Les émissions de l'incinération et de la combustion à l'air libre de déchets étaient, en 2017, de 43 kt d'éq. CO₂ (-9,0 %) sous le niveau de 1990, qui était de 480 kt d'éq. CO₂.

7.4.1.1. Incinération des DSM

L'incinération des déchets solides municipaux n'est pas une pratique courante dans la plupart des régions du Canada. Environ 5 % du total des déchets municipaux solides municipaux au Canada sont incinérés, dont la plus grande partie dans des installations de valorisation énergétique des déchets. La grande majorité des déchets solides municipaux incinérés au Canada sont traités dans de grandes installations hautement réglementées. Cependant, il y a encore un petit nombre de collectivités éloignées qui dépendent d'incinérateurs rudimentaires pour l'élimination de leurs déchets.

Parmi les émissions provenant de l'incinération des déchets solides municipaux figurent des émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O. Conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC, les émissions de CO₂ provenant de la combustion de déchets de biomasse ne sont pas incluses dans les totaux de l'inventaire. Les seules émissions de CO₂ décrites dans cette section proviennent des déchets de carbone à base de combustibles fossiles, comme les plastiques et le caoutchouc. Les émissions de CH₄ et de N₂O sont estimées pour tous les déchets incinérés.

7.4.1.2. Incinération des déchets dangereux

Au Canada, il y a quatre incinérateurs de déchets dangereux, situés en Ontario et en Alberta. Les valeurs des émissions de CO₂, de N₂O et de CH₄ sont tirées des données sur les quantités de déchets dangereux incinérés, fournies directement par les installations dans le cadre d'une série de sondages menés par Environnement et Changement climatique Canada (ECCC, 2018).

7.4.1.3. Incinération des boues d'égout

Au Canada, on utilise deux types différents d'incinérateurs de boues d'égout : les incinérateurs à soles étagées et les incinérateurs à lit fluidisé. Dans les deux cas, les boues d'égout sont partiellement essorées avant d'être incinérées. L'essorage se fait généralement par centrifugation ou par filtre-pressé. Parmi les GES émis lors de l'incinération de ces boues figurent le CO₂, le CH₄ et le N₂O, comme c'est le cas lors de l'incinération des DSM. Toutefois, comme les boues contiennent du carbone d'origine biogène, les émissions de CO₂ ne sont pas prises en compte dans les totaux provenant de cette source dans l'inventaire.

7.4.1.4. Incinération des déchets des hôpitaux et des cliniques

Au Canada, trois grands incinérateurs centralisés de déchets des hôpitaux et des cliniques (situés au Nouveau-Brunswick, en Ontario et en Alberta) ont produit près de 95 % des émissions de gaz à effet de serre de cette source en 2017. Le 5 % restant provient d'un certain nombre de petits incinérateurs d'hôpital et d'incinérateurs exploités par le gouvernement du Canada. Le CO₂, le N₂O et le CH₄ sont les gaz à effet de serre émis par cette source. Les quantités de déchets des hôpitaux et des cliniques incinérées sont estimées à partir des données sur les activités fournies directement par les installations dans des sondages réalisés par Environnement et Changement climatique Canada (ECCC, 2018).

7.4.2. Questions de méthodologie

La méthode d'estimation des émissions dépend du type de déchets et des gaz émis. L'annexe 3.6 présente une analyse plus détaillée des méthodologies utilisées.

7.4.2.1. Incinération des DSM

Étant donné le nombre relativement petit d'incinérateurs de déchets solides municipaux au Canada, il est possible d'estimer les émissions provenant de l'incinération à l'échelle de l'installation. La plupart des installations sont tenues de déclarer leurs émissions à Environnement et Changement climatique Canada chaque année dans le cadre du Programme de déclaration des émissions de gaz à effet de serre (PDGES). Ces données accessibles au public représentent la grande majorité des émissions de ce secteur. Les estimations internes pour les petites installations qui ne sont pas tenues de présenter une déclaration au PDGES sont établies par le personnel d'Environnement et Changement climatique Canada à l'aide d'une méthodologie de niveau 3 et des données sur les activités provenant d'un sondage biennal auprès des incinérateurs dans tout le Canada. Veuillez consulter l'annexe 3.6 pour plus de détails. Des estimations internes sont également effectuées pour les émissions historiques des installations qui étaient en exploitation avant la mise en place du PDGES en 2004. Cela comprend les installations actuellement en exploitation qui l'étaient aussi avant 2004 et celles qui ont fermé avant le début du programme.

Une distinction est faite entre les installations de valorisation énergétique des déchets (VED) et celles qui ne produisent pas d'énergie à partir des déchets, selon qu'elles produisent ou non de l'énergie et/ou de la chaleur à partir du processus d'incinération. Les émissions des installations VED sont déclarées dans le secteur de l'énergie, tandis que celles des installations qui ne produisent pas d'énergie à partir des déchets sont déclarées dans le secteur des déchets. Voir l'annexe 3.6 pour plus de détails.

7.4.2.2. Incinération des déchets dangereux

Les émissions de CO₂ ont été estimées d'après les quantités de déchets dangereux incinérés pour la série chronologique 1990–2017. Pour estimer les émissions, on a utilisé une méthode qui s'appuyait sur les valeurs par défaut du GIEC de la teneur en carbone des déchets et de carbone fossile sous forme de pourcentage de carbone total, soit 50 % et 90 %, respectivement, pour les déchets dangereux (GIEC, 2000).

Les émissions de N₂O et de CH₄ ont été estimées à partir des coefficients d'émission calculés à l'aide des données propres au site d'une installation, lesquelles sont considérées comme plus représentatives que les valeurs par défaut du GIEC. Les données propres au site étaient les quantités de déchets dangereux traités à l'installation et les émissions cumulatives mesurées de N₂O et de CH₄ pour 2009 (Environnement Canada, 2011).

7.4.2.3. Incinération des boues d'égout

Le CO₂ produit par l'incinération des boues d'égout n'est pas déclaré dans les totaux des émissions de l'inventaire étant donné que ces boues sont entièrement constituées de matière biogène.

Les émissions produites par l'incinération des boues d'égout varient en fonction de la quantité de solides séchés incinérés. On présume que l'incinération des boues d'égout se fait dans des incinérateurs à lit fluidisé. Le coefficient d'émission est donc de 1,6 t de CH₄/kt de solides séchés totaux pour ces incinérateurs équipés d'épurateurs Venturi. On a ensuite établi les valeurs des émissions nationales en faisant la somme des émissions pour l'ensemble des provinces.

Les émissions de N₂O attribuables à l'incinération des boues d'égout ont été estimées à l'aide du coefficient d'émission par défaut du GIEC pour les lits fluidisés, lesquelles ont été mises à jour, passant de 0,8 à 0,99 kg de N₂O/t de boues d'égout séchées incinérées (GIEC, 2006). Pour estimer les émissions, le coefficient d'émission a été multiplié par la quantité de déchets incinérés dans chaque province. On a ensuite établi les valeurs des émissions nationales en faisant la somme des émissions pour l'ensemble des provinces.

7.4.2.4. Incinération des déchets des hôpitaux et des cliniques

Les émissions de CO₂ ont été estimées à partir des quantités de déchets des hôpitaux et des cliniques incinérés durant la série chronologique 1990–2017. La méthode d'estimation applique aux déchets des hôpitaux et des cliniques les valeurs par défaut du GIEC pour la teneur en carbone et le pourcentage de carbone fossile dans le carbone total, soit 60 % et 40 % respectivement (GIEC, 2006).

Les émissions de CH₄ et de N₂O provenant de l'incinération des déchets des hôpitaux et des cliniques ont été estimées à l'aide d'une méthode

de niveau 1 (GIEC, 2006). Comme les Lignes directrices 2006 du GIEC ne contiennent pas de coefficients d'émission par défaut pour l'incinération des déchets des hôpitaux et des cliniques, on a appliqué les coefficients d'émission par défaut des Lignes directrices 2006 du GIEC pour l'incinération des DSM, conformément aux Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques (2000), qui prône l'emploi des coefficients d'émission pour les DSM lorsqu'il n'existe pas de coefficients d'émission propres aux déchets des hôpitaux et des cliniques.

Les données sur les activités qui sont disponibles faisaient état soit d'une incinération en continu, soit d'une incinération par lots (aucun incinérateur fonctionnant en semi-continu n'a été recensé). Comme pour l'incinération des DSM, on s'est fondé sur le jugement d'experts pour supposer que les coefficients d'émission par défaut pour les foyers mécaniques étaient les plus représentatifs pour les incinérateurs de déchets des hôpitaux et des cliniques au Canada, en partie parce qu'aucun incinérateur de ces déchets à lit fluidisé n'a été recensé au Canada.

7.4.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

On estime que le degré global d'incertitude associé à la catégorie de l'incinération des déchets se situe entre -12 % et +65 % (IFC Consulting, 2004). Pour les estimations de l'inventaire de 2001, l'incertitude des tendances associées aux émissions totales de GES (CO₂, CH₄ et N₂O) résultant de l'incinération des déchets (DSM et boues d'égout) est comprise entre +10 % et +11 %. La tendance de l'inventaire a été estimée à +10 %.

L'extrapolation de l'incertitude des tendances en 2001 à l'inventaire de 2016 doit se faire avec prudence, car l'incertitude des tendances est plus sensible que celle liée aux variations des valeurs estimatives de l'inventaire pour les années plus récentes.

Les incertitudes liées aux émissions attribuables à l'incinération des déchets dangereux et des déchets des hôpitaux et des cliniques, ainsi qu'aux émissions de N₂O provenant de l'incinération des boues d'égout, ont été calculées en recourant à la méthode de propagation d'erreur. L'incertitude globale associée à l'incinération des déchets des hôpitaux et des cliniques est de 30 % pour les émissions de CO₂

et de 107 % pour les émissions de CH₄ et de N₂O. L'incertitude globale associée à l'incinération des déchets dangereux est de 94 % pour les émissions de CO₂ et de 107 % pour les émissions de CH₄ et de N₂O. L'incertitude globale associée aux émissions de N₂O provenant de l'incinération des boues d'égout est de 107 %. Les valeurs d'incertitude élevées ont été assujetties à des facteurs de correction de la distribution log-normale, conformément à l'équation 3.3, chapitre 3 du volume 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC.

7.4.4. AQ/CQ et vérification

Le processus de contrôle de la qualité a consisté à vérifier dans le modèle que toutes les données sur les activités avaient été mises à jour, que tous les liens étaient valides et que les cellules visées par ces liens étaient remplies. On a comparé les valeurs estimatives recalculées aux valeurs du rapport précédent, et fait une comparaison des changements observés d'une année à l'autre dans la série chronologique pour détecter les changements importants non étayés qui peuvent être le signe d'une erreur de manipulation des données. La tendance des émissions a été examinée sur l'ensemble de la série chronologique.

7.4.5. Recalculs

La nouvelle méthode fondée sur les installations, ainsi que la déclaration des émissions des installations de valorisation énergétique des déchets dans le secteur de l'énergie, a entraîné une révision à la baisse importante des estimations des émissions de la série chronologique déclarées dans le sous-secteur de l'incinération des déchets solides municipaux. Le résultat global de ces modifications est une baisse de 30 % à 40 % des émissions d'éq. CO₂ de ce sous-secteur, comparativement au dernier rapport.

7.4.6. Améliorations prévues

Aucune amélioration n'est prévue pour la catégorie de l'incinération et combustion à l'air libre de déchets.

7.5. Traitement et rejet des eaux usées (catégorie 5.D du CUPR)

7.5.1. Description de la catégorie de sources

Au Canada, la majeure partie des eaux usées de sources résidentielles et industrielles est traitée dans des usines centralisées de traitement des eaux usées municipales. Dans les régions rurales, la majeure partie des eaux usées est traitée par des fosses septiques privées et, parfois, communes. Dans certaines régions côtières, les eaux usées non traitées sont rejetées directement à la mer. La plupart des installations industrielles rejettent leurs eaux usées dans les réseaux de traitement municipaux. Plusieurs grandes installations industrielles traitent ou prétraitent leurs eaux usées sur place avant de les rejeter dans l'environnement ou dans les réseaux de traitement des eaux usées municipales pour y subir un autre traitement.

Le traitement des eaux usées implique l'élimination des matières organiques, mesurée comme la demande biologique en oxygène, ou DBO₅, et des éléments nutritifs. Le traitement entraîne l'émission de CO₂, de CH₄ et de N₂O.

Les systèmes de traitement centralisés peuvent englober plusieurs technologies, souvent classées selon le degré d'élimination des solides, la réduction de la teneur en matières organiques (mesurée sous forme de DBO₅) et l'élimination des éléments nutritifs. Le niveau de traitement est classé comme suit : primaire (solides, uniquement), secondaire (élimination des solides, traitement biologique et, parfois, élimination des éléments nutritifs) et tertiaire (traitement biologique approfondi, élimination des éléments nutritifs et un traitement de désinfection supplémentaire).

Les types de systèmes de traitement les plus courants au Canada sont les systèmes centralisés de traitement primaire et secondaire, les lagunes aérobie et les lagunes facultatives et les fosses septiques. Les rejets d'eaux usées non traitées dans la mer ont diminué, mais ils sont encore pratiqués dans certaines régions côtières. Des systèmes de traitement en terres humides, des réacteurs discontinus séquentiels, des lagunes anaérobie et certains autres types de traitement sont également utilisés au Canada.

Le traitement des eaux usées produit du CH₄ en quantités variables selon la charge organique (DBO₅)—déterminée par la population—et le type de traitement. Du CH₄ est produit à partir de procédés de traitement ou de milieux à l'intérieur des systèmes de traitement anaérobie. Par exemple, les lagunes de traitement primaire et secondaire et les lagunes aérobie produisent peu ou pas d'émissions de CH₄, tandis que les lagunes anaérobie et les fosses septiques produisent des quantités relativement plus importantes de CH₄.

Les usines centralisées de traitement des eaux usées de niveau secondaire ou tertiaire comprennent souvent une digestion anaérobie des boues, laquelle produit du CH₄ sous forme de biogaz ou de gaz digesteurs. Le CH₄ généré dans ces systèmes est généralement confiné et brûlé. Les émissions provenant de la digestion anaérobie des boues (émissions fugitives et émissions provenant du brûlage à la torche et de l'utilisation de gaz digesteurs) ne sont actuellement pas estimées en raison d'un manque de données.

Le traitement des eaux usées produit du N₂O par la nitrification et la dénitrification de l'azote des eaux usées aux installations de traitement. On considère que des émissions de N₂O proviennent également du plan d'eau récepteur des effluents déversés, que ces effluents soient traités ou non.

Les systèmes de traitement aérobie et anaérobie produisent également du CO₂. Toutefois, comme on l'a vu à la section 7.1, les émissions de CO₂ imputables à la décomposition de la matière organique ne sont pas incluses dans le total des estimations nationales du secteur des déchets.

La catégorie du traitement et rejet des eaux usées a produit 1 200 kt d'éq. CO₂, soit 6,3 % des émissions totales du secteur des déchets et 0,17 % des émissions totales au Canada en 2017. Les émissions de cette catégorie en 2017 étaient de 330 kt d'éq. CO₂ (39 %) supérieures au niveau de 1990 qui était de 850 kt.

Les émissions produites par le traitement des eaux usées décrivent une tendance à la hausse au fil du temps qui suit à peu près la tendance démographique. Les changements dans la technologie de traitement ont des répercussions sur les tendances des émissions à l'échelle provinciale. Par exemple, le pourcentage croissant de la population qui utilise des fosses septiques dans plusieurs provinces entraîne une augmentation des émissions totales, tandis que la modernisation de plusieurs grands systèmes de traitement des eaux usées, allant des

rejets en mer non traités au traitement primaire dans d'autres provinces, réduit les émissions. Dans l'ensemble, la tendance à la hausse des émissions est relativement stable, avec une légère accélération en 2010 et 2011, en grande partie en raison d'une augmentation de la population qui utiliserait des fosses septiques dans de nombreuses provinces à cette période. Dans l'ensemble, la croissance démographique est le facteur le plus important dans la tendance des émissions du traitement et rejet des eaux usées. Cela s'explique en partie par l'hypothèse d'une charge de matières organiques constante par habitant (DBO₅) et d'une consommation raisonnablement stable de protéines par habitant (passant de 66,17 grammes par personne par jour en 1991 à 69,85 grammes par personne par jour en 2009, les données les plus anciennes et les plus récentes disponibles; Statistique Canada, 2010).

7.5.2. Questions de méthodologie

L'annexe 3.6 fournit des informations supplémentaires sur les méthodologies utilisées dans les diverses catégories de ce sous-secteur.

L'approche utilisée pour estimer les émissions de CH₄ attribuables au traitement des eaux usées municipales est fondée sur la quantité de matière organique produite par personne au Canada et la transformation de la matière organique en CH₄ dans des systèmes de traitement anaérobie, selon les Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006; AECOM Canada, 2011).

Les coefficients d'émission sont propres à chaque type de traitement. Ils sont tirés des Lignes directrices 2006 du GIEC, à l'exception de certains coefficients pour des types de traitement non décrits dans les Lignes directrices. Le défi méthodologique consiste de déterminer le nombre de personnes desservies par type de système de traitement des eaux usées (p. ex., fosse septique, lagune, sans traitement). La population utilisant des fosses septiques a été déterminée à partir d'une analyse de l'Enquête sur les ménages et l'environnement de Statistique Canada (Statistique Canada, 2017). La population desservie par chacun des systèmes de traitement ou d'évacuation des eaux usées (plus de 3 000 systèmes) au Canada a été estimée d'après les volumes régionaux relatifs d'eaux usées traitées par cette installation ou ce système (ou rejetées par eux) et la population régionale, au niveau de la région métropolitaine de recensement. Pour une description plus complète de la méthode, veuillez consulter l'annexe 3.6.

Les émissions provenant du traitement des eaux usées industrielles sont estimées, par installation, selon une méthode de niveau 3. Environnement et Changement climatique Canada réalise des sondages par installation aux deux ans pour obtenir des renseignements sur les émissions de méthane provenant des installations industrielles qui traitent leurs effluents de façon anaérobie sur place. Les installations visées par le sondage sont celles qui ont un système de traitement anaérobie des eaux usées, selon les associations industrielles. Les données des installations ont été mises à jour (ajout de nouvelles données, révision ou correction des données existantes) à chaque sondage bisannuel. Le plus récent sondage a eu lieu en 2016. Lorsqu'il était impossible d'obtenir des données réelles mesurées, on a utilisé les normes de conception des installations en question pour estimer les émissions maximales prévues. Pour une description complète de la méthode, veuillez consulter l'annexe 3.6.

On estime les émissions de N_2O selon la quantité d'azote mesurée dans les eaux usées, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006). On estime la quantité d'azote rejeté dans les eaux usées d'après la consommation de protéines par habitant. On obtient les valeurs estimatives de la quantité de protéines consommées, en kg/personne/année, dans un rapport statistique annuel sur les aliments publié par Statistique Canada; ces données sont ajustées pour tenir compte des pertes qui peuvent survenir dans les points de vente au détail, les foyers, lors de la cuisson (préparation des aliments) et dans l'assiette (restes de table) (Statistique Canada, 2007, 2008, 2010; AECOM Canada, 2012). Pour une description complète de la méthode, veuillez consulter l'annexe 3.6.

7.5.3. Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

On estime que l'incertitude globale associée au sous-secteur du traitement et du rejet des eaux usées se situe entre -40 % et +55 % (ICF Consulting, 2004). D'après les données de 2001, l'incertitude des tendances associées aux émissions totales de GES (CH_4 et N_2O) résultant des systèmes de traitement des eaux usées est comprise entre environ +12 % et +13 %. L'extrapolation de l'incertitude des tendances en 2001 à l'inventaire de 2016 doit se faire avec prudence, car l'incertitude des tendances est plus sensible que celle liée aux variations des valeurs estimatives de l'inventaire pour les années plus récentes.

La mise à jour des données sur les activités pour le traitement et le rejet des eaux usées municipales nécessitera une évaluation actualisée de l'incertitude. Cette évaluation est en cours et devrait être intégrée dans le prochain inventaire.

7.5.4. AQ/CQ et vérification

Le processus de contrôle de la qualité a consisté à vérifier les calculs, étape par étape, pour s'assurer que les équations, les paramètres et la conversion des unités étaient appropriés, que les liens étaient valides (dans la feuille de calcul Excel). On a représenté les émissions sur un graphique pour observer les tendances et déceler les sauts inhabituels ou les profils qui étaient incohérents par rapport aux variations des données sur les activités au fil du temps. On a comparé les valeurs estimatives recalculées aux valeurs du rapport précédent, et fait une comparaison des changements observés d'une année à l'autre dans la série chronologique pour détecter les changements importants non étayés qui peuvent être le signe d'une erreur de manipulation des données.

7.5.5. Recalculs

Les méthodes d'estimation des émissions de N_2O ont été mises à jour à partir des méthodes de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC et des méthodes de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC. Il en a résulté une diminution de 30 % des émissions de N_2O , qui varie d'une année à l'autre.

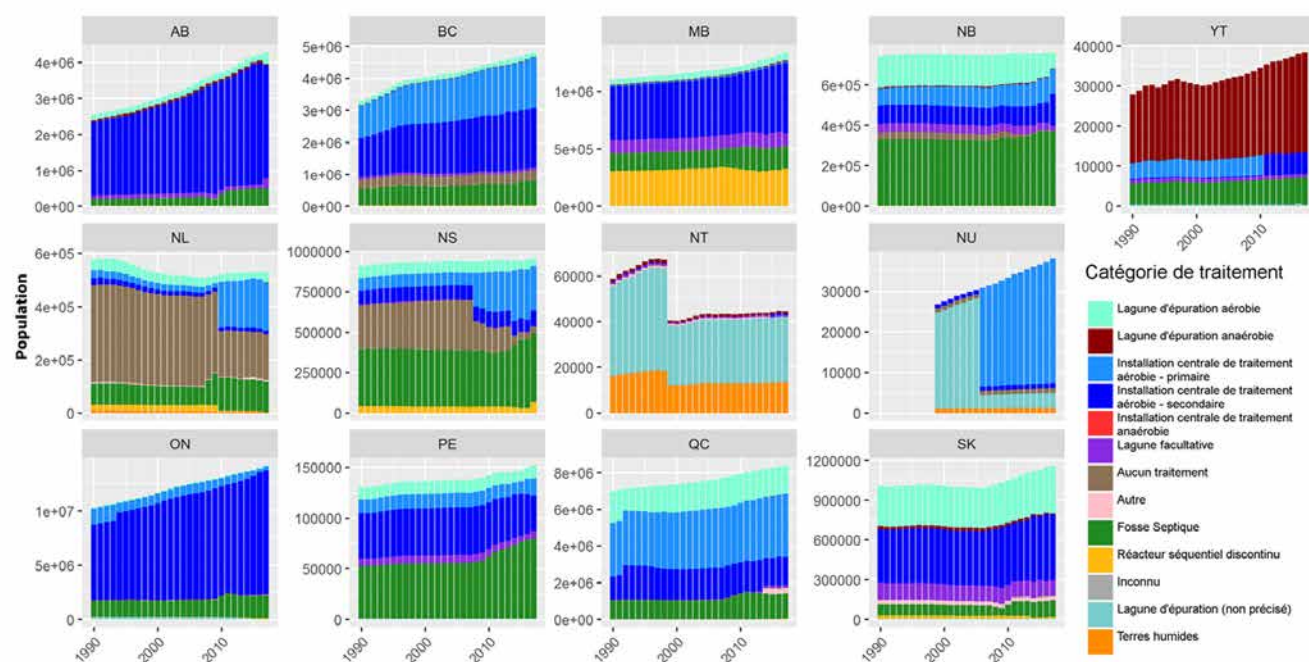
La mise à jour des données sur les activités pour l'estimation des émissions de CH_4 a entraîné une augmentation de 10 % des émissions pour la catégorie du traitement et rejet des eaux usées au Canada. Les émissions de CH_4 de chaque province augmentent ou diminuent en fonction de la répartition exacte des types de traitement et des coefficients d'émission relatifs à ces types de traitement, comparativement aux coefficients d'émission regroupés (anaérobie et aérobie) utilisés précédemment. Le coefficient d'émission utilisé dans les inventaires précédents pour les systèmes anaérobie était la moyenne des coefficients d'émission pour les lagunes facultatives, les fosses septiques et les rejets non traités en mer. La mise à jour des données sur les activités permet d'appliquer chaque coefficient d'émission propre à une

technologie tiré des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006). Cela signifie que certaines technologies auront désormais un coefficient d'émission plus élevé ou plus faible que le coefficient d'émission « anaérobie » agrégé utilisé précédemment. Par exemple, le coefficient d'émission pour les rejets non traités dans la mer représente environ un tiers de la valeur agrégée utilisée précédemment. En revanche, le coefficient d'émission pour les fosses septiques est presque le double de la valeur agrégée utilisée précédemment. Par conséquent, les provinces où l'utilisation de fosses septiques est importante verraient leurs estimations d'émissions augmenter par rapport aux inventaires des années précédentes. Par contre, les provinces où un pourcentage important de la population déverse des rejets non traités dans la mer verront leurs émissions diminuer par rapport aux inventaires précédents. Dans certains cas, des systèmes comme les lagunes anaérobie et les systèmes mécaniques centralisés anaérobie verront des augmentations encore plus grandes. Rappelons que les systèmes mécaniques centralisés de traitement aéré et aérobie ont un coefficient d'émission de zéro (GIEC, 2006), qui reste inchangé par rapport au coefficient d'émission « aérobie » agrégé de la même valeur utilisé précédemment.

Les changements les plus importants dans les émissions de CH₄, découlant du nouveau calcul, touchent le Yukon (augmentation de +250 %), l'Ontario (augmentation de +179 %) et le Nouveau-Brunswick (augmentation de +102 %). L'augmentation pour le Yukon est attribuable au système de traitement des eaux usées anaérobie de Whitehorse, dont le coefficient d'émission est 2,7 fois plus élevé que le coefficient d'émission « anaérobie » des inventaires précédents (Figure 7-1). Le nombre de fosses septiques est élevé en Ontario et au Nouveau-Brunswick, et le coefficient d'émission est plus élevé que le coefficient d'émission « anaérobie » des inventaires précédents.

Les émissions de CH₄ du Québec, de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Saskatchewan ont diminué par rapport à l'inventaire précédent à la suite des nouveaux calculs. Dans le cas de la Saskatchewan et de Terre-Neuve-et-Labrador, cela s'explique par le fait que ces provinces disposent de systèmes qui ont été classés auparavant comme « anaérobie » et leurs coefficients d'émission sont plus bas que le coefficient d'émission « anaérobie » agrégé utilisé dans les inventaires précédents. En Saskatchewan, une forte proportion de la population utilise des lagunes

Figure 7-1 Population utilisant chaque technologie de traitement des eaux usées, par province



facultatives, et à Terre-Neuve-et-Labrador, une forte proportion de la population déverse des rejets non traités dans la mer (figure 7-1). Dans le cas du Québec, la réduction des émissions s'explique par le fait qu'il y a moins de systèmes « anaérobie » que prévu (on trouve surtout des fosses septiques).

La Colombie-Britannique (+38 %), l'Île-du-Prince-Édouard (+26 %), le Manitoba (+19 %) et l'Alberta (+16 %) ont connu des augmentations plus modestes des émissions de CH₄ comparativement aux inventaires précédents. Il n'y a eu pratiquement aucun changement dans les estimations des émissions de la Nouvelle-Écosse.

7.5.6. Améliorations prévues

Captage du CH₄ émis par l'élimination des boues

On ne connaît pas les volumes d'élimination des boues ni la réduction associée d'émissions de CH₄ (matières organiques transformées en boues plutôt que dégradées avec émissions de CH₄). Déterminer le volume de boues produites et éliminées des systèmes de traitement des eaux usées au Canada est une amélioration à venir.

Digestion anaérobie des boues dans le cadre d'un traitement des eaux usées et captage du CH₄

Les émissions provenant des réacteurs anaérobies et de la digestion anaérobie des boues d'égout ne peuvent être estimées faute de données suffisantes. On a supposé que tous les réacteurs anaérobies et les digesteurs de boues disposent d'un système de récupération de CH₄. On ne connaît pas le rendement de la récupération du CH₄ des réacteurs anaérobies et des digesteurs de boues, mais on a supposé que le rendement était proche de 100 %. Déterminer le nombre de systèmes dotés de digesteurs anaérobies de boues ainsi que le volume ou le poids des boues digérées, et effectuer des estimations à jour de l'efficacité du captage et de la récupération du CH₄ sont des améliorations à venir.

Utilisation des données déclarées sur la chimie des influents et des effluents

La charge organique des systèmes de traitement des eaux usées est actuellement fondée sur la charge organique par habitant, et de coefficients par défaut (GIEC, 2006). Par ailleurs, la charge azotée des eaux usées est déterminée à l'aide de données par habitant. Les usines de traitement des eaux usées municipales doivent généralement présenter des rapports annuels qui contiennent des détails sur la chimie des influents et des effluents ainsi que sur d'autres paramètres d'exploitation. Appliquer la chimie des influents ainsi que la chimie des effluents (DBO, DCO et N) déclarées à l'une des émissions du modèle directement à partir de ces valeurs ou utiliser les valeurs connues pour améliorer les estimations de la charge organique (DBO₅) et de la charge azotée des eaux usées sera une mise à jour à venir.

CHAPITRE 8

RECALCULS ET MESURES D'AMÉLIORATION

L'inventaire des gaz à effet de serre (GES) du Canada repose sur un processus continu de mises à jour, de révisions et d'améliorations visant à préserver et à accroître la complétude, la cohérence et l'exactitude de l'information fournie. Afin de faciliter la compréhension globale des changements effectués et leur incidence sur les niveaux et les tendances des émissions, la section 8.1 de ce chapitre résume les recalculs effectués dans l'inventaire des GES de cette année, et comprend une analyse par secteur. Un résumé des principales améliorations apportées au rapport de cette année est présenté à la section 8.2 et une description des mesures d'améliorations prévues pour les prochains inventaires est donnée à la section 8.3.

Des précisions sur les recalculs et les améliorations apportées sont fournies pour chaque secteur dans les chapitres correspondants (chapitres 3 à 7).

8.1. Incidence des recalculs sur les niveaux et les tendances des émissions

L'amélioration continue fait partie des bonnes pratiques en matière de préparation d'inventaire. Environnement et Changement climatique Canada travaille constamment en consultation et en collaboration avec des partenaires clés des gouvernements fédéral et provinciaux de même qu'avec des intervenants de l'industrie, des instituts de recherche et des experts-conseils dans le but d'améliorer la qualité des variables de départ et de l'information scientifique utilisées pour compiler l'inventaire national. À mesure que de nouvelles informations et données deviennent disponibles et que des méthodes plus précises sont développées, les

8.1. Incidence des recalculs sur les niveaux et les tendances des émissions	205
8.2. Améliorations apportées à l'inventaire	213
8.3. Améliorations prévues à l'inventaire	214

estimations précédentes sont mises à jour pour obtenir une tendance cohérente et comparable en matière d'émissions et d'absorptions.

Par conséquent, on s'attend à ce que les recalculs soient produits chaque année, pour différentes raisons, dont les suivantes :

- la correction des erreurs détectées par les procédures de contrôle de la qualité;
- l'incorporation des mises à jour des données sur les activités, y compris les changements des sources de données;
- la réaffectation des activités dans différentes catégories (ceci affecte uniquement les sous-totaux);
- l'amélioration des méthodes et des coefficients d'émissions;
- l'inclusion de catégories non estimées auparavant (ce qui accroît l'exhaustivité de l'inventaire);
- les recommandations issues des examens de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

8.1.1. Incidences estimées sur les niveaux et les tendances des émissions

Dans l'inventaire des GES de cette année, les émissions totales ont été révisées pour toutes les années. Les recalculs les plus importants effectués cette année ont entraîné une révision à la hausse pour les estimations annuelles de 2011 à 2016 par rapport aux résultats du Rapport d'inventaire national : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada (RIN) de l'an dernier (Figure 8-1).

Figure 8-1 Comparaison des tendances d'émissions (RIN 2018 par rapport au RIN 2019)

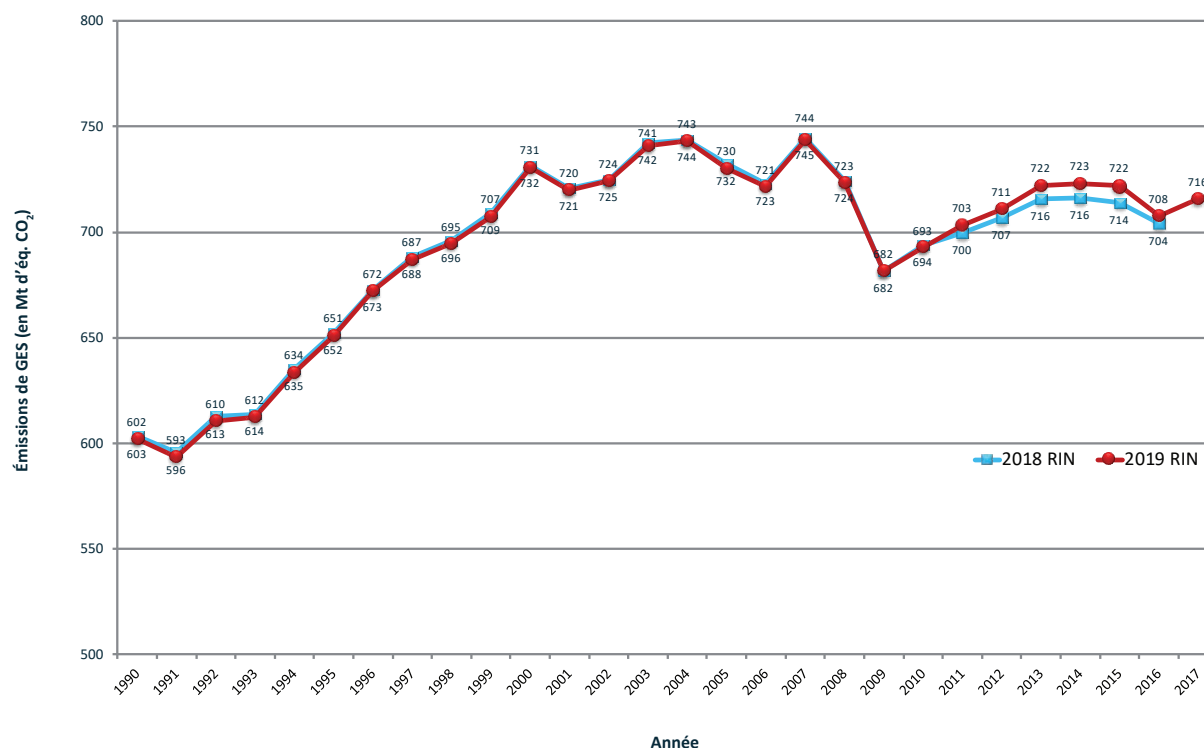


Tableau 8-1 Sommaire des recalculs du Rapport d'inventaire national de 2019 (à l'exception du secteur affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie)

Total national	Émissions annuelles (kt d'éq. CO ₂)								Tendance	
	1990	2000	2005	2012	2013	2014	2015	2016	(1990-2016)	(2005-2016)
Rapport antérieur (RIN 2018)	603 205	731 599	732 267	706 702	715 893	716 164	713 814	704 159	16,7 %	-3,8 %
Rapport actuel (RIN 2019)	602 187	730 591	730 361	711 037	722 077	723 101	722 001	707 736	17,5 %	-3,1 %
Variation des émissions totales:	- 1 018	- 1 008	- 1 906	4 335	6 184	6 936	8 187	3 578	-	-
	-0,17 %	-0,14 %	-0,26 %	0,61 %	0,86 %	0,97 %	1,15 %	0,51 %	-	-

La tendance entre 1990 et 2016 fait maintenant état d'une hausse de 17,5 % des émissions totales de GES depuis 1990 par rapport à la hausse de 16,7 % du RIN de l'an dernier. Les recalculs les plus importants ont eu lieu entre 2012 et 2015 et ont abouti à des totaux nationaux révisés à la hausse de 4,3 Mt (0,6 %) pour 2012, de 6,2 Mt (0,9 %) pour 2013, de 6,9 Mt (1 %) pour 2014 et de 8,2 Mt (1,2 %) pour 2015. Il y a eu une baisse nette à la suite des recalculs, soit de 1,9 Mt pour l'année de référence 2005 et un recalcul marqué à la hausse de 3,6 Mt pour l'année 2016 (Tableau 8-1).

Les recalculs les plus importants pour l'année 2016 concernent les secteurs de la combustion de sources fixes (2,5 Mt), des transports (1,4 Mt) et des procédés industriels et de l'utilisation des produits (PIUP) (1,1 Mt). Ces révisions à la hausse pour les émissions de 2016 étaient en partie contrebalancées par une révision à la baisse de 1 Mt dans les émissions de sources fugitives (Tableau 8-2). La section 8.1.2 ci-dessous contient plus d'explications relatives aux recalculs effectués dans ces secteurs.

Tableau 8-2 **Variations dans les émissions de GES: de 704 Mt (en 2016, rapport précédent) à 716 Mt (en 2017, rapport actuel)**

Secteur	Variations de 2016 à 2017 (Mt d'éq. CO ₂)	Variations de 2016 en raison de recalculs (Mt d'éq. CO ₂)
Énergie (combustion de sources fixes)	7.1	2.5
Énergie (transports)	0.3	1.4
Énergie (sources fugitives)	0.6	-1.0
Procédés industriels et utilisation des produits	-0.7	1.1
Agriculture	0.7	-0.5
Déchets	0.1	0.1
Variations totales:	8.0	3.6

8.1.2. Recalculs par secteur

Comme il a déjà été noté, les bonnes pratiques en matière de préparation d'inventaire exigent que les améliorations et les mises à jour de la méthodologie soient appliquées à l'ensemble de la série chronologique (de 1990 à la dernière année de déclaration). Le fait d'assurer la cohérence méthodologique à l'échelle de la série chronologique permet d'éviter de confondre un changement de méthodologie avec un véritable changement des émissions et des absorptions de GES.

Les recalculs effectués cette année ont donné lieu à des changements aux données déclarées sur les émissions et les absorptions dans tous les secteurs du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (Énergie, IPPU, Agriculture, Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie [ATCATF] et Déchets) et sous-secteurs de l'énergie (Combustion de sources fixes, Transports et Sources fugitives) et pour toutes les années déterminées et comprises dans la série chronologique (1990–2016).

Ces révisions sont en grande partie dues à l'amélioration des méthodes d'estimation et à la mise à jour des données sur l'énergie. Pour 2016, les révisions qui ont entraîné les changements les plus importants ont été effectuées dans les secteurs des sources fixes de combustion (2,5 Mt), des transports (1,4 Mt) et des PIUP (1,0 Mt) (voir le Tableau 8-2 pour plus de renseignements).

Énergie (sources de combustion fixes)

En ce qui concerne les émissions liées aux sources fixes de combustion, la plupart des recalculs ont été effectués dans les catégories Extraction de pétrole et de gaz et Exploitation minière (ensemble : 4,1 Mt), Production d'électricité et de chaleur du secteur public (-2,6 Mt), et Industries de raffinage du pétrole (0,7 Mt). Les recalculs pour la catégorie Production d'électricité et de chaleur du secteur public découlent de révisions à la baisse de la consommation de gaz naturel et de charbon pour la production d'électricité, et des révisions à la hausse importantes des données sur la consommation de gaz naturel pour la catégorie Extraction de pétrole et de gaz dans la province de l'Alberta entre 2010 et 2016 ont donné lieu à une augmentation nette des émissions pour 2016. Enfin, pour ce qui est de la catégorie Industries de raffinage du pétrole, les changements découlent de la révision des données énergétiques, c'est-à-dire d'une augmentation de la consommation de gaz de combustion des raffineries dans le cas présent.

Énergie (transports)

Les recalculs les plus importants effectués pour le secteur des transports comprennent des hausses d'émissions d'environ 1,5 Mt (0,8 %) et de 1,4 Mt (0,7 %) pour les années 2009 et 2016. Ces deux hausses résultent principalement de révisions apportées aux données sur le carburant. Les recalculs pour 2009 se concentrent en grande partie sur la sous-catégorie du transport ferroviaire. Les recalculs pour 2016 découlent de mises à jour des données préliminaires utilisées dans l'inventaire précédent; pour les transports, les recalculs découlent surtout d'une révision des volumes de carburant diesel. Des recalculs minimes (-0,10 % à +0,01 %) ont été effectués pour les autres années de la série chronologique. Il est cependant à noter que certaines réaffectations de carburant ont eu lieu entre le secteur des véhicules routiers et celui des véhicules hors route. Ces réaffectations découlent principalement d'améliorations de la méthode de calcul. Aux fins du présent rapport, ces améliorations comprennent des mises à jour des heures d'utilisation pour les motoneiges, la mise à jour des données sur l'équipement d'extraction des sables bitumineux, et l'élaboration de données internes sur les parcs de véhicules dans les territoires (contrairement à l'utilisation de profils de parcs de véhicules fournis par des parties externes).

Énergie (sources fugitives)

Dans le sous-secteur des émissions fugitives, les recalculs des émissions du secteur pétrolier et gazier ont entraîné la mise à jour des estimations historiques pour l'ensemble de la série chronologique.

Les estimations mises à jour pour l'évacuation, le torchage et les autres émissions de sources fugitives de l'industrie de l'extraction et de la valorisation des sables bitumineux ont été intégrées à l'inventaire d'après les données d'une étude sur les sables bitumineux réalisée par Clearstone Engineering Ltd. en juillet 2017. Si on compare au rapport présenté l'an dernier, ce changement a entraîné des baisses (variant entre -0,2 Mt et -0,6 Mt) des estimations entre 1993 et 2003, 2009, 2011, 2015 et 2016. Des augmentations (de +0,01 Mt à +0,9 Mt) ont eu lieu entre 2004 et 2008, en 2010 et entre 2012 et 2014.

De plus, le CO₂ capté à l'installation de valorisation de Scotford depuis 2015 était auparavant déduit des estimations pour les sources de combustion fixe. En fait, le CO₂ est capté dans le cadre des activités de production d'hydrogène à l'installation, et devrait être déduit des émissions d'évacuation. Cette réaffectation se traduit, dans les derniers chiffres et résultats, par une réduction des émissions d'évacuation de -0,4 Mt en 2015 et de -1,1 Mt en 2016 (quoique cette réaffectation n'ait pas d'effet sur la somme des estimations globales pour la combustion et les sources fugitives).

L'inclusion des estimations des émissions provenant des puits de pétrole et de gaz abandonnés a donné lieu à de faibles augmentations des estimations pour l'ensemble de la série chronologique, soit de +0,04 Mt en 1990 à +0,23 Mt en 2016.

Enfin, les changements apportés aux données sur les activités à Terre-Neuve-et-Labrador en ce qui concerne le torchage se sont traduits par une augmentation des émissions de +0,1 Mt en 1997, tandis que les modifications des données sur les activités en Alberta, en Saskatchewan et en Colombie-Britannique ont donné lieu à des mises à jour des estimations des émissions de 2012 à 2016 (fourchette de -0,8 Mt à +0,5 Mt). Par le passé, la production brute de gaz naturel, qui comprend la production aux puits de gaz naturel (production non associée) et la production aux puits de pétrole brut (production associée), était utilisée pour estimer les émissions d'autres sources fugitives et les émissions d'évacuation non déclarées pour le segment

industriel de la production de gaz naturel dans ces provinces. Dans le présent rapport, seule la production de gaz associée est utilisée, car elle représente mieux l'activité pour ce segment de l'industrie gazière et pétrolière.

Procédés industriels et utilisation des produits

Des recalculs ont été effectués dans le secteur PIUP pour toutes les années de la série chronologique (1990–2016), la variation dans les émissions allant de -0,051 à +1,6 Mt. Pour 1990 à 1994, de légers recalculs de l'ordre de -0,051 à +0,001 Mt découlent de mises à jour des données sur l'utilisation de carbonate de sodium et d'une correction mineure relative à la production d'ammoniac en 1992. Il y a aussi eu de nouveaux calculs pour les années 2005 à 2016 (+0,23 à +1,1 Mt) surtout en raison de mises à jour dans les données du *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* (BDEEC) de Statistique Canada sur l'utilisation du butane et du propane à des fins non énergétiques et d'une correction d'erreur de calcul pour 2016. Dans une moindre mesure, des changements dans les données du BDEEC sur l'utilisation du coke métallurgique pour la production de fer et d'acier ont aussi contribué aux recalculs des émissions de 2015 et de 2016 (-0,042 à +0,48 Mt). En outre, des mises à jour des données sur la production brute et une correction pour ce qui est du moulage du magnésium sont en partie responsables de la révision des estimations des émissions pour 2010 à 2016. À eux seuls, les recalculs pour le moulage du magnésium représentent entre -0,005 et +0,056 Mt.

Agriculture

Les recalculs dans le secteur de l'agriculture sont principalement dus à des améliorations apportées à la méthodologie appliquée pour estimer les émissions de l'industrie porcine canadienne, ainsi qu'à des mises à jour des données sur les activités. On a effectué une importante mise à jour des données qui a permis d'intégrer les données scientifiques canadiennes nouvelles et existantes de manière à refléter les principales tendances des pratiques agricoles dans l'industrie porcine au fil du temps, notamment les tendances des pratiques en matière de poids corporel, de manutention du fumier et d'épandage du fumier. L'intégration des données du *Recensement de l'agriculture de 2016* a donné lieu à une révision des données sur les activités (p. ex. populations animales, superficie des cultures, pratiques de gestion) pour les années suivant le Recensement de 2011.

Tableau 8-3 Sommaire des recalculs par secteur

	Émissions annuelles (kt d'éq. CO ₂)								Tendance	
	1990	2000	2005	2012	2013	2014	2015	2016	(1990-2016)	(2005-2016)
ÉNERGIE (combustion de sources fixes)										
Rapport antérieur (RIN 2018)	285 366	352 436	342 448	319 031	321 762	325 013	322 190	317 104	11,1 %	-7,4 %
Rapport actuel (RIN 2019)	284 301	352 118	341 790	322 696	326 762	331 404	329 916	319 557	12,4 %	-6,5 %
Variation des émissions	- 1 064	- 318	- 659	3 665	5 000	6 392	7 726	2 453	-	-
	0,4 %	0,1 %	0,2 %	-1,1 %	-1,5 %	-1,9 %	-2,3 %	-0,8 %	-	-
ÉNERGIE (transports)										
Rapport antérieur (RIN 2018)	146 380	178 797	192 148	197 057	201 757	199 887	201 930	199 406	36,2 %	3,8 %
Rapport actuel (RIN 2019)	146 250	178 719	192 109	197 048	201 808	200 007	201 957	200 822	37,3 %	4,5 %
Variation des émissions	- 131	- 77	- 39	- 9	51	121	27	1 416	-	-
	-0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,7 %	-	-
ÉNERGIE (sources fugitives)										
Rapport antérieur (RIN 2018)	48 803	69 851	60 837	58 023	60 208	63 154	61 114	55 879	14,5 %	-8,2 %
Rapport actuel (RIN 2019)	48 840	69 395	60 968	58 544	60 793	62 711	60 245	54 923	12,5 %	-9,9 %
Variation des émissions	37	- 456	131	520	585	- 444	- 869	- 956	-	-
	0,1 %	-0,7 %	0,2 %	0,9 %	1,0 %	-0,7 %	-1,4 %	-1,7 %	-	-
PIUP										
Rapport antérieur (RIN 2018)	56 687	53 216	55 338	57 321	54 360	51 926	51 378	53 448	-5,7 %	-3,4 %
Rapport actuel (RIN 2019)	56 636	53 216	55 571	58 245	55 251	52 688	52 931	54 513	-3,7 %	-1,9 %
Variation des émissions	- 51	0	233	924	890	762	1 553	1 065	-	-
	-0,1 %	0,0 %	0,4 %	1,6 %	1,6 %	1,5 %	3,0 %	2,0 %	-	-
AGRICULTURE										
Rapport antérieur (RIN 2018)	47 413	57 263	60 283	56 955	59 411	57 997	58 644	59 665	25,8 %	-1,0 %
Rapport actuel (RIN 2019)	46 876	56 939	59 755	56 761	59 215	57 581	58 157	59 212	26,3 %	-0,9 %
Variation des émissions	- 537	- 324	- 527	- 194	- 197	- 416	- 487	- 453	-	-
	-1,1 %	-0,6 %	-0,9 %	-0,3 %	-0,3 %	-0,7 %	-0,8 %	-0,8 %	-	-
DÉCHETS										
Rapport antérieur (RIN 2018)	18 555	20 036	21 212	18 315	18 395	18 188	18 557	18 656	0,5 %	-12,1 %
Rapport actuel (RIN 2019)	19 284	20 203	20 167	17 742	18 249	18 709	18 794	18 709	-3,0 %	-7,2 %
Variation des émissions	729	167	- 1 045	- 573	- 146	521	237	53	-	-
	3,9 %	0,8 %	-4,9 %	-3,1 %	-0,8 %	2,9 %	1,3 %	0,3 %	-	-
ATCATF										
Rapport antérieur (RIN 2018)	- 67 695	- 41 131	- 20 502	- 34 470	- 31 693	- 32 917	- 26 387	- 27 806	-58,9 %	35,6 %
Rapport actuel (RIN 2019)	- 68 241	- 41 906	- 21 267	- 35 517	- 32 545	- 31 829	- 25 138	- 25 411	-62,8 %	19,5 %
Variation des émissions	- 547	- 775	- 765	- 1 047	- 852	1 088	1 249	2 395	-	-
	0,8 %	1,9 %	3,7 %	3,0 %	2,7 %	-3,3 %	-4,7 %	-8,6 %	-	-

Parallèlement, les données sur les activités basées sur les relevés annuels de Statistique Canada (p. ex. production agricole, populations animales) ont été mises à jour pour toutes les années. La révision des données sur les activités pour l'épandage de chaux en 2016 ont aussi donné lieu à des recalculs, mais moins importants. Ces nouveaux calculs ont fait en sorte que les émissions du secteur de l'agriculture ont diminué de 0,54 Mt pour 1990, de 0,53 Mt pour 2005 et de 0,45 Mt pour 2016.

Déchets

Les recalculs dans le secteur des déchets varient entre une augmentation de 0,7 Mt (3,9 %) en 1990 et une réduction de 1,0 Mt (-4,9 %) en 2005. Les nouveaux calculs découlent principalement de

changements dans les modèles d'eaux usées et d'incinération des déchets solides municipaux. Pour ce qui est des eaux usées, les estimations des émissions provenant des systèmes de traitement anaérobie, y compris les fosses septiques, ont été grandement élargies. En outre, l'estimation pour le N₂O a été mise à jour en accord avec les Lignes directrices de 2006 du GIEC. Pour l'incinération, un nouveau modèle fondé sur les installations a été élaboré d'après les données sur les installations recueillies dans le cadre du Programme de déclaration des gaz à effet de serre du gouvernement fédéral. Dans le cadre de cette mise à jour, les émissions des installations dotées de systèmes de production d'énergie tirée des déchets sont maintenant déclarées comme faisant partie

du secteur de l'énergie. En outre, durant la mise en œuvre du modèle, les données historiques utilisées pour déterminer le tonnage du méthane capté depuis les décharges de déchets solides municipaux ont été corrigées.

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

Des recalculs ont aussi été effectués pour les émissions et absorptions dans le secteur ATCATF, notamment en ce qui a trait aux estimations des émissions des Terres cultivées. Le calcul le plus important découlait de l'intégration du *Recensement de l'agriculture de 2016*, et a donné lieu à un changement des proportions estimées de cultures pérennes et annuelles qui avaient été par le passé extrapolées au-delà du Recensement

de 2011. D'autres recalculs ont été effectués dans la catégorie des prairies en raison de la correction d'une erreur dans la conversion des unités du coefficient d'émission utilisé pour estimer les émissions provenant du brûlage des prairies. Dans une moindre mesure, de nouveaux calculs ont aussi été effectués dans les catégories des Terres forestières et des Produits ligneux récoltés et pour ce qui est des émissions associées à la conversion des forêts, en raison de mises à jour des données sur les activités associées à la récolte et à la conversion des forêts. Les effets combinés de ces recalculs dans le secteur ATCATF se sont traduits par des augmentations nettes de 0,5 Mt et de 0,8 Mt dans les puits calculés pour 1990 et 2005, respectivement, et par une baisse nette de 2,4 Mt dans le puits calculé pour 2016.

Voir le **Tableau 8–4** pour plus de renseignements sur les changements de méthode.

Tableau 8–4 **Améliorations au RIN du Canada de 2018**

Secteur	Catégorie	Amélioration	Description	Fondement de l'amélioration prévue	Section du RIN pour plus de détails
Énergie (Transports)	Transport hors route—construction et fabrication (catégorie 1.A.2.g du CUPR)	Mise à jour des données sur l'équipement d'extraction des sables bitumineux pour l'Alberta	Une nouvelle base de données d'inventaire concernant l'équipement d'extraction des sables bitumineux a été utilisée pour estimer les émissions du transport hors route associé à l'extraction des sables bitumineux. La nouvelle base de données remplacera la méthode précédente, qui reposait sur la production de bitume extrait et qui comportait des lacunes dans les données qui nécessitaient des modèles pour interpoler et extrapoler les données à l'échelle de la série chronologique. À la suite de ce changement, certains types d'équipements qui sont utilisés dans de multiples secteurs (p. ex. excavatrices dans le secteur de la construction) seront ajustés dans l'ensemble des provinces et des territoires afin de maintenir le nombre d'équipements à l'échelle nationale.	Amélioration de l'inventaire	A3.1.4.2
	Transport routier et hors route (plusieurs codes du CUPR)	Données sur le parc de véhicules routiers pour les territoires	Dans le RIN de 2019, les estimations des émissions attribuables aux véhicules routiers dans les territoires seront fondées sur les données d'immatriculation des véhicules de StatCan. Pour utiliser ces données de StatCan, ECCC s'est servi d'un décodeur de numéro d'identification de véhicule (NIV) pour compiler les véhicules à partir des données d'immatriculation dans les classes appropriées qui sont nécessaires à la saisie dans les modèles de transport pour estimer les émissions. Cette mise à jour fournit des données défendables sur le parc des véhicules routiers aux fins de l'estimation des émissions attribuables aux véhicules routiers dans les territoires.	Amélioration de l'inventaire	A3.1.4.2
	Transports—Autres moyens de transport (catégorie 1.A.3.e du CUPR)	Mise à jour des heures d'utilisation des motoneiges.	Selon une nouvelle source de données canadiennes, l'activité moyenne des motoneiges à moteur à deux temps passera de 121 à 62 heures par année et celle des motoneiges à moteur à quatre temps passera de 121 à 90 heures par année pour toute la série chronologique. Ces changements entraînent la réallocation du carburant consommé par les motoneiges à tous les autres types d'équipement routier et hors route, au besoin, lorsque les résultats sont normalisés en fonction des données sur l'énergie de StatCan (BDEEC) afin de respecter le bilan énergétique national.	Amélioration de l'inventaire	A3.1.4.2

Tableau 8-4 Améliorations au RIN du Canada de 2018 (continué)

Secteur	Catégorie	Amélioration	Description	Fondement de l'amélioration prévue	Section du RIN pour plus de détails
Énergie (Combustion)	Autres industries manufacturières (catégorie 1.A.g.viii du CUPR) Secteur commercial/institutionnel (catégorie 1.A.4.a du CUPR)	Réaffectation des émissions des installations de production d'énergie tirée des déchets depuis le secteur des déchets vers celui de l'énergie où l'utilisation a lieu	Les estimations des émissions de GES de la catégorie de l'incinération des déchets solides municipaux (catégorie 5.A.1 du CUPR) ont été réaffectées au secteur de l'énergie lorsque l'installation produisait de l'énergie tirée des déchets. Voir les détails sur la collecte de données sous Incinération des déchets solides municipaux (catégorie 5.A.1 du CUPR).	Recommandation des EEE	A3.6.3
	Extraction de pétrole et de gaz (catégorie 1.A.1.c.ii du CUPR) Exploitation de mines (sauf combustibles) et exploitation de carrières (catégorie 1.A.2.g.iii du CUPR)	Réaffectation de carburants achetés qui sont consommés au sein de l'industrie pétrolière et gazière depuis la catégorie de l'exploitation de mines (sauf combustibles) et de carrières vers celle de l'extraction de pétrole et de gaz	Statistique Canada fournit des données globales sur la consommation de carburant pour les industries de l'exploitation de mines (total) et de l'extraction de pétrole et de gaz, ce qui empêchait par le passé de dissocier les données sur la consommation de carburant des secteurs de l'exploitation de mines (sauf combustibles), de l'exploitation de carrières et de l'extraction de pétrole et de gaz. Une méthode a été élaborée pour réaffecter les données sur la consommation de carburant selon les catégories appropriées.	Recommandation des EEE	A3.2.2
Énergie (Émissions fugitives)	Extraction de pétrole et de gaz (catégorie 1.A.1.c.ii du CUPR) Émissions fugitives découlant des combustibles—Pétrole et gaz naturel – Évacuation et torchage – Torchage (catégorie 1.B.2.c du CUPR)	Révision de la méthode employée pour éviter la double comptabilisation des volumes de gaz brûlés à la torche et des émissions associées	Afin d'éviter une double comptabilisation, les volumes de gaz brûlés à la torche et les émissions connexes doivent être soustraits de la catégorie 1.A.1.c.ii du CUPR (Extraction de pétrole et de gaz), puisque les volumes de gaz brûlés à la torche sont inclus dans les données de StatCan sur la consommation des producteurs. Auparavant, on ne connaissait pas les volumes de carburant, de sorte que les émissions attribuables au torchage des modèles de sources fugitives étaient soustraites des émissions de combustion de sources fixes. Nous connaissons maintenant la méthode et les sources de données utilisées par StatCan pour déterminer la consommation des producteurs et le volume de consommation des producteurs considéré comme étant brûlé à la torche. De plus, des changements mineurs ont été apportés aux estimations des émissions du torchage (catégorie 1.B.2.c du CUPR) pour la période de 1990 à 2009 en fonction des données sur les activités mises à jour.	Amélioration de l'inventaire	A3.2.2
	Émissions fugitives découlant des combustibles—Pétrole et gaz naturel – Pétrole – Production (catégorie 1.B.2.a.2 du CUPR) Émissions fugitives découlant des combustibles—Pétrole et gaz naturel – Évacuation et torchage – Évacuation – Pétrole (catégorie 1.B.2.c.1.i du CUPR) Émissions fugitives découlant des combustibles—Pétrole et gaz naturel – Évacuation et torchage – Torchage – Pétrole (catégorie 1.B.2.c.2.i du CUPR)	Mise à jour des émissions fugitives de l'industrie de l'extraction et de la valorisation des sables bitumineux au Canada	En juillet 2017, Clearstone Engineering Ltd. a mis à jour un inventaire des gaz à effet de serre (GES), des principaux contaminants atmosphériques et des autres émissions prioritaires attribuables à l'industrie canadienne des sables bitumineux de 2003 à 2015. Cette étude sert maintenant à estimer les émissions fugitives provenant du brûlage à la torche, de l'évacuation et d'autres émissions de sources fugitives de l'industrie de l'extraction et de la valorisation des sables bitumineux, en conjonction avec la précédente étude des sables bitumineux (terminée en 2006) qui était utilisée dans les RIN précédents.	Recommandation des EEE	A3.2.2
	Émissions fugitives découlant des combustibles – Pétrole et gaz naturel – Pétrole – Autres (catégorie 1.B.2.a.6 du CUPR) Émissions fugitives découlant des combustibles—Pétrole et gaz naturel – Gaz naturel – Autres (catégorie 1.B.2.b.6 du CUPR)	Estimation des émissions attribuables aux puits de pétrole et de gaz abandonnés	Les émissions sont estimées en fonction du nombre de puits abandonnés, de l'emplacement du puits (extracôtier ou côtier et infracôtier) et de l'état de bouchage (bouché ou non bouché). Les données sur les puits proviennent des statistiques des provinces et industries. Les coefficients d'émission (CE) d'une étude récente seront utilisés.	Amélioration de l'inventaire	A3.2.2

Tableau 8-4 Améliorations au RIN du Canada de 2018 (continué)

Secteur	Catégorie	Amélioration	Description	Fondement de l'amélioration prévue	Section du RIN pour plus de détails
PIUP	Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (catégorie 2.F du CUPR, HFC)	Vérification des données historiques (1995 to 2000) sur les HFC pour confirmer la déclaration de « NO » pour le HFC-245fa dans le CUPR	Des ensembles de données sur les HFC de 1995 à 2000 ont été vérifiés. Ces derniers ont été fournis par la Section des programmes de protection de l'ozone d'ECCE, qui a obtenu les données sur les HFC au moyen de l'Avis concernant certains hydrofluorocarbures. Aucune preuve de l'utilisation, de l'importation ou de l'exportation du HFC-245fa n'a été trouvée. Par conséquent, l'utilisation de « NO » pour le HFC-245fa dans le CUPR de 1995 à 2000 a été confirmée.	Amélioration de l'inventaire	No further details provided
Agriculture	Gestion des fumiers—Émissions de CH ₄ – Porcs (catégorie 3.B.1.3 du CUPR) Gestion des fumiers – Émissions de N ₂ O – Porcs (catégorie 3.B.2.3 du CUPR) Gestion des fumiers – Émissions de N ₂ O – Émissions indirectes de N ₂ O (catégorie 3.B.2.5 du CUPR) Sols agricoles – Émissions directes de N ₂ O (catégorie 3.D.1 du CUPR) Sols agricoles – Émissions indirectes de N ₂ O (catégorie 3.D.2 du CUPR)	Mise à jour des caractéristiques de la production porcine et les pratiques de la gestion du fumier en utilisant les données du sondage sur la gestion agroenvironnementale.	La mise à jour permet de mieux saisir les changements dans les taux de croissance des animaux, la distribution du fumier, le volume de fumier et les pertes d'azote au fil du temps. La méthode relative pour la perte d'azote a été harmonisée avec les indicateurs agroenvironnementaux élaborés par Agriculture et Agroalimentaire Canada. Auparavant, les paramètres utilisés pour calculer les émissions attribuables au fumier des porcs étaient tirés des lignes directrices du GIEC de 2006 et d'un sondage d'opinion d'experts de Marinier et al. (2004) qui a donné un aperçu de l'industrie porcine canadienne au milieu des années 2000.	Amélioration de l'inventaire	A3.4.1.2 A3.4.3.1 A3.4.3.3 A3.4.3.4 A3.4.3.6 A3.4.4.1 A3.4.4.2 A3.4.5.2
ATCATF	Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé (catégorie 4.B.1 du CUPR)	<i>Intégration des données du Recensement de l'agriculture de 2016</i>	Le Recensement de l'agriculture est effectué sur un cycle de cinq ans. Les données de 2016 ont maintenant été intégrées dans les calculs, corrigeant les extrapolations précédemment rapportées lors du recensement en 2011.	Amélioration de l'inventaire	A3.5.4
	Prairies dont la vocation n'a pas changé (catégorie 4.C.1 du CUPR)	Correction à l'erreur de l'unité	Une correction de Mt à kt a été effectuée suite à l'identification d'une erreur dans l'unité des émissions déclarées des Prairies.	Amélioration de l'inventaire	A3.5.5.1
Déchets	Incinération des déchets solides municipaux (catégorie 5.A.1 du CUPR)	Mise à jour du modèle d'incinération d'après les données déclarées par les installations, et réaffectation des émissions des installations de production d'énergie tirée des déchets vers le secteur de l'énergie	Les données sur les activités utilisées antérieurement touchant à l'incinération des déchets seront remplacées par : 1) les données déclarées par les installations dans le cadre du PDGES d'ECCE; ou 2) si les données du PDGES ne sont pas disponibles, des estimations seront calculées en fonction d'un taux d'évacuation par habitant pour la région desservie. Les nouvelles données sur les activités permettront d'attribuer les émissions soit à l'énergie tirée des déchets, qui sera déclarée sous Énergie, soit à l'énergie non tirée des déchets, qui sera déclarée sous Incinération et combustion à l'air libre des déchets. Dans le cadre des changements, les émissions de méthane seront désormais déclarées (les nouvelles) et le coefficient d'émission de l'oxyde nitreux sera mis à jour.	Amélioration de l'inventaire	A3.6.3.2
	Incinération des boues d'épuration	Mise à jour des données sur les volumes de boues d'épuration incinérées	La mise en application des résultats d'une enquête d'ECCE sur l'élimination des déchets fournit des données sur les volumes de boues d'épuration incinérées. L'enquête est menée tous les deux ans et les données remontent à 1990.	Amélioration de l'inventaire	A3.6.3.4
	Eaux usées (5.D)	Migration de la méthode d'estimation des émissions de N ₂ O depuis les Lignes directrices de 1996 du GIEC vers les Lignes directrices de 2006 du GIEC, et détermination de la valeur du paramètre NEFFLUENT propre au pays	Une nouvelle équation pour calculer les émissions de N ₂ O attribuables aux eaux usées est mise en application. La nouvelle équation, tirée des Lignes directrices du GIEC de 2006, utilisera un nouveau coefficient d'émission et inclura des coefficients pour les apports d'azote de l'industrie et des sources d'azote non consommé. Parmi les exemples d'azote non consommé, mentionnons les broyeurs de déchets, le savon à vaisselle et les détergents.	Lignes directrices 2006 du GIEC / Recommandation des EEE	A3.6.4.1
	Eaux usées (5.D)	Mise à jour sur le type et le nombre de technologies de traitement des eaux usées, et sur les coefficients d'émission pour les technologies de traitement	De nouvelles sources de données sont utilisées pour déterminer le type et le nombre de technologies de traitement des eaux usées utilisées (c.-à-d. fosses septiques, systèmes mécaniques centralisés, lagunes facultatives, etc.). La méthode fait le suivi du type de traitement, du volume traité et de la population desservie par chaque installation au fil du temps. La méthode permet d'utiliser 13 coefficients d'émission (ou plus) propres à la technologie et un coefficient d'émission générique de « type de traitement inconnu » (au lieu de deux catégories utilisées dans le passé).	Recommandation des EEE	A3.6.4.2

8.2. Améliorations apportées à l'inventaire

Les améliorations apportées à l'inventaire visent à accroître l'exactitude des estimations de GES ou à améliorer des composantes du processus de préparation de l'inventaire, notamment les dispositions institutionnelles, légales et procédurales à l'appui. Les améliorations qui portent sur des modifications ou des ajustements sur le plan méthodologique doivent être documentées et examinées avant d'être mises en application. Les améliorations qui donnent lieu à des recalculs des estimations doivent être appliquées à l'ensemble de la série chronologique afin de maintenir la cohérence de cette dernière.

Cette année, les améliorations à l'inventaire du Canada ont découlé de recommandations des experts de l'équipe d'examen (EEE), soit de la mise en œuvre continue des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006), ou d'activités internes continues d'amélioration.

Le Tableau 8-4 fournit des renseignements supplémentaires à propos des améliorations mises en œuvre cette année.

8.2.1. Recommandations des EEE

À l'exception de 2018, le rapport d'inventaire du Canada est examiné chaque année par une équipe d'examen composée d'experts (EEE) suivant les directives d'examen de la CCNUCC¹ telles qu'elles ont été adoptées dans la décision 13/CP.20 de la CdP 20, tenue à Lima en 2014. Les examens sont coordonnés par le secrétariat de la CCNUCC, et les EEE sont des experts en matière d'inventaire venant de pays développés et de pays en développement. L'objectif de cet examen est de présenter une évaluation technique rigoureuse et exhaustive quant à l'application de la Convention et au respect des directives de déclaration de la CCNUCC. Une fois l'examen terminé, les EEE émettent des commentaires de nature technique sur toutes les questions de méthodologie ou de procédure qui ont été soulevées. Les EEE se penchent sur les cas où les principes directeurs de transparence, d'uniformité, de comparabilité, d'exhaustivité et de précision de l'inventaire pourraient être améliorés. Le résultat de

cet examen se reflète dans un rapport d'examen annuel qui est remis au pays faisant l'objet de l'examen et rendu public par la CCNUCC.

Les recommandations des EEE ont été prises en compte lors de la détermination des améliorations potentielles pour cette année. Le dernier examen par les EEE est accessible sur le site Web de la CCNUCC : <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/inventory-review-reports/inventory-review-reports-2017>.

Voici quelques uns des changements méthodologiques de cette année qui donnent suite aux recommandations des EEE :

- Réaffectation des émissions des installations de production d'énergie tirée des déchets depuis le secteur des déchets vers celui de l'énergie où l'utilisation a lieu;
- Réaffectation de carburants achetés qui sont consommés au sein de l'industrie pétrolière et gazière depuis la catégorie de l'exploitation de mines et de carrières vers celle de l'extraction de pétrole et de gaz;
- Mise à jour des estimations des émissions fugitives de l'industrie de l'extraction et de la valorisation des sables bitumineux au Canada;
- Mise à jour des types et du nombre de technologies de traitement des eaux usées, ainsi que des coefficients d'émission pour les technologies de traitement.

8.2.2. Lignes directrices 2006 du GIEC

Les Lignes directrices 2006 du GIEC décrivent des méthodes acceptées à l'échelle internationale que les pays doivent utiliser pour estimer leurs émissions de GES et pour produire le rapport présenté à la CCNUCC (GIEC, 2006). Ces lignes directrices ont été élaborées par le GIEC à la demande de la CCNUCC.

Les Lignes directrices 2006 du GIEC encouragent l'utilisation de méthodologies améliorées, propres au pays, pour estimer les émissions, notamment des approches de modélisation complexes de niveau supérieur.

Les Lignes directrices 2006 du GIEC sont devenues la référence en matière de méthodologies en 2015, conformément aux directives révisées de la CCNUCC

¹ On trouvera, à l'adresse <http://unfccc.int/resource/docs/2014/cop20/fr/10a03f.pdf> (page 3), les Directives pour l'examen technique des informations communiquées au titre de la Convention, relatives aux inventaires de gaz à effet de serre, aux rapports biennaux et aux communications nationales des Parties visées à l'annexe I de la Convention.

pour la notification des inventaires des Parties visées à l'annexe I (directives de notification de la CCNUCC), tel qu'elles ont été adoptées dans la décision 24/CP.19 lors de la CdP 19, tenue à Varsovie en 2013. Parmi les changements méthodologiques effectués cette année aux fins de cohérence avec les Lignes directrices de 2006 du GIEC, on retrouve :

- Mise à jour des caractéristiques de la production porcine ainsi que des données de l'enquête sur la gestion agroenvironnementale de 1995, de 2005, de 2006 et de 2011;
- Migration de la méthodologie concernant les émissions d'oxyde nitreux (N₂O) depuis les Lignes directrices de 1996 du GIEC vers les Lignes directrices de 2006 du GIEC, et détermination de la valeur du paramètre N_{EFFLUENT} propre au pays.

8.2.3. Améliorations continues

L'équipe responsable de l'inventaire des GES met aussi de l'avant des améliorations fondées sur l'évolution des connaissances scientifiques, des procédures d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) et de vérification (conformément au plan d'AQ/CQ), de méthodes de modélisation nouvelles et novatrices ou de nouvelles sources de données sur les activités. La mise en application des améliorations se fait selon un ordre de priorité qui repose sur la prise en considération des résultats de l'analyse des catégories clés et des incertitudes, du degré d'effort requis et de l'importance des améliorations. Parmi les mesures d'amélioration continue mises en œuvre dans l'inventaire de cette année, on trouve notamment :

- Mise à jour des données sur l'équipement d'extraction des sables bitumineux pour l'Alberta;
- Mise à jour des données sur le parc de véhicules routiers pour les territoires;
- Mise à jour des données sur les activités pour les heures d'utilisation des motoneiges;
- Révision de la méthodologie utilisée pour éviter la comptabilisation en double des volumes de gaz brûlés à la torche et des émissions connexes;
- Élaboration d'estimations des émissions attribuables aux puits de pétrole et de gaz abandonnés;
- Vérification des données historiques (1995 to 2000) sur les hydrofluorocarbures (HFC) pour confirmer la déclaration de « monoxyde d'azote (NO) » pour le

HFC-245fa dans les tableaux du cadre uniformisé de présentation des rapports (CUPR);

- Mise à jour du modèle d'incinération d'après les données déclarées par les installations, et réaffectation des émissions des installations de production d'énergie tirée des déchets vers le secteur de l'énergie;
- Mise à jour des données sur les volumes de boues d'épuration incinérées;
- Intégration du *Recensement de l'agriculture de 2016* pour Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé;
- Correction d'une erreur dans la conversion des unités dans la catégorie Prairies dont la vocation n'a pas changé.

8.3. Améliorations prévues à l'inventaire

Les améliorations prévues à l'inventaire national des GES par le Canada sont décrites dans un *Plan d'amélioration de l'inventaire* qui identifie et permet le suivi des améliorations prévues aux estimations des émissions (dont les données sur les activités sous-jacentes, les coefficients d'émissions et les méthodologies). Les mesures d'amélioration prévues sont fondées sur des recommandations de sources internes et des processus d'examen externes, et des travaux menés en collaboration avec les experts du secteur des inventaires, l'industrie, divers ministères et le milieu universitaire.

Les activités d'amélioration prévues (Tableau 8–5) sont classées en ordre de priorité en tenant compte de l'analyse des catégories clés, des activités d'AQ/CQ, des évaluations de l'incertitude, du degré d'effort et de l'importance des améliorations. Même si la quantification de l'incertitude liée aux estimations des émissions (annexe 2) aide à établir les priorités quant aux activités d'amélioration pour les inventaires à venir, l'incertitude, en elle-même, n'est pas un indicateur des changements éventuels découlant des activités d'amélioration continue. Le *Plan d'amélioration de l'inventaire* est mis à jour annuellement pour suivre l'évolution de la mise en œuvre des améliorations à l'inventaire. Les tableaux 8–4 et 8–5 sont mis à jour à mesure que les améliorations prévues sont mises en œuvre chaque année.

Tableau 8–5 **Sommaire du Plan d'amélioration de l'inventaire du Canada**

Secteur	Catégorie	Amélioration	Description	Fondement de l'amélioration prévue	Le point sur les progrès réalisés
Énergie	Généralités	Conversion de volumes de gaz naturel en unités énergétiques.	On réalise actuellement une enquête afin d'obtenir des données sur les activités actuelles et passées qui permettraient de convertir des volumes de gaz naturel en unités énergétiques, par la province où ces volumes sont consommés.	Recommandation des EEE de la CCNUCC	Analyse des données en cours
	Pétrole et gaz naturel—fugitif (Catégorie 1.B.2 du CUPR)	Méthode d'estimation plus souple des émissions fugitives provenant des systèmes pétroliers et gaziers.	Des travaux sont en cours en vue d'élaborer une méthode pour estimer les émissions fugitives provenant de l'industrie du pétrole et du gaz qui facilitera l'adoption de nouvelles données scientifiques et qui intégrera correctement les effets des avancées technologiques et/ou de la réglementation sur les émissions. La méthode actuelle dépend d'études approfondies qui sont menées environ tous les cinq ans, l'intensité des émissions demeurant la même entre les études. Pour le moment, les émissions des années intermédiaires sont estimées en fonction des changements aux données sur les activités, comme les volumes de production, le nombre de puits forés, les volumes de combustibles torchés ou évacués, etc.	Amélioration continue	Autres méthodes à l'étude
	Pétrole et gaz naturel—fugitif (Catégorie 1.B.2 du CUPR)	Intégration des données sur les émissions provenant des évacuations accidentelles à partir du tubage de surface des puits.	L'Alberta Energy Regulator (AER) a fourni de nouvelles données sur les évacuations accidentelles à partir du tubage de surface des puits, lesquelles représentent actuellement environ 13 % de toutes les émissions fugitives de pétrole et de gaz. La méthode d'estimation actuelle donne lieu à un degré élevé d'incertitude, alors que les nouvelles données sont basées sur des mesures, ce qui devrait accroître l'exactitude et diminuer l'incertitude.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
	Transport routier (Catégorie 1.A.3.b du CUPR)	Examen des coefficients d'émissions du CH ₄ et du N ₂ O dans le modèle MOVES.	Comparaison des coefficients d'émissions utilisés dans le RIN et le modèle MOVES. Comme les caractéristiques des véhicules sont pratiquement identiques entre le Canada et les États-Unis en raison de la réglementation, un examen des coefficients d'émissions du modèle MOVES sera effectué pour déterminer si les coefficients en question conviennent aux futures estimations des émissions.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
	Transport hors route (généralités)	Ajout de la consommation de pétrole des moteurs à deux temps	Il faut inclure la consommation d'huile des moteurs à essence à deux temps et déclarer les émissions dans le secteur de l'énergie.	Recommandation des EEE	Recherche documentaire en cours
	Transport hors route (généralités)	Améliorations spécifiques dans le secteur hors route	Il faut revoir les principaux secteurs hors route pour déterminer les améliorations qui pourraient être apportées (p. ex. agriculture, navigation de plaisance).	Amélioration continue	Recherche documentaire en cours
	Transport maritime (1.A.3.d)	Élaboration d'un modèle maritime fondé sur la consommation	Ce projet comprend l'examen d'un modèle maritime fondé sur la consommation plutôt que sur les données fondées sur les ventes tirées des statistiques nationales. Cela reflète la nature du secteur où les ventes de carburant correspondent au pavillon du navire et non à l'emplacement du passage.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
PIUP	Production de ciment (Catégorie 2.A.1 du CUPR)	Mise à jour du FCpfc et du ECot utilisés dans l'équation 4-1. Mise à jour des données portant sur la capacité de production de clinker.	FCpfc, ECot et les données portant sur la capacité de production de clinker ont été mis à jour la dernière fois pour l'année 2013. Du à la non-disponibilité des données pour les années 2014-2017, ces valeurs ont été gardés constants au niveau de l'année 2013.	Amélioration continue	Aucun progrès important réalisé
	Production et autres utilisations de carbonates dans les procédés—Céramique (Catégorie 2.A.4 du CUPR)	Évaluation visant à déterminer si les émissions de CO ₂ provenant du carbone organique contenu dans les matières premières utilisées pour produire de la céramique doivent être incluses dans l'inventaire.	Les Lignes directrices 2006 du GIEC exigent la déclaration des émissions de cette catégorie dans les inventaires nationaux. Le Canada est actif dans la production de céramique et doit établir des flux de données sur les activités afin d'évaluer l'importance de cette source d'émissions.	Recommandation des EEE	Analyse de données en cours
	Production d'ammoniac—CO ₂ des utilisations de l'urée (Catégorie 2.B.1 du CUPR)	Inclusion d'un aperçu des utilisations importantes d'urée et des émissions de CO ₂ qui en résultent.	Une évaluation (sous la forme d'un tableau récapitulatif) indiquant si des émissions de CO ₂ provenant d'utilisations importantes d'urée sont incluses dans l'inventaire sera préparée, selon la recommandation des EEE (fondée sur la note de bas de page 5 du tableau 2(I).A-Hs1 du CUPR).	Recommandation des EEE	Aucun progrès important réalisé

Tableau 8-5 **Sommaire du Plan d'amélioration de l'inventaire du Canada** (continué)

Secteur	Catégorie	Amélioration	Description	Fondement de l'amélioration prévue	Le point sur les progrès réalisés
	Production de l'oxyde d'éthylène (Catégorie 2.B.8.d du CUPR)	Intégration à l'inventaire de nouvelles données de Statistique Canada et élaboration d'une méthode ou d'un modèle pour estimer les émissions de CO ₂ et de CH ₄ .	Les émissions de CO ₂ et de CH ₄ provenant de la production d'oxyde d'éthylène ne sont actuellement pas estimées dans l'inventaire canadien. On prévoit donc d'élaborer une méthode ou un modèle afin d'estimer ces émissions et de les déclarer dans les prochains rapports d'inventaire.	Recommandation des EEE	Aucun progrès important réalisé
	Production sidérurgique (Catégorie 2.C.1 du CUPR)	Attribution des émissions de gaz naturel et de charbon associées à la production sidérurgique au secteur Production sidérurgique plutôt qu'aux secteurs Industries manufacturières (secteur Énergie) et Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant des PIUP, respectivement.	Une partie des émissions de CO ₂ issues de procédés attribuables à la production sidérurgique provient de l'utilisation d'agents réducteurs autres que le coke métallurgique, avant tout le gaz naturel et le charbon. Le gaz naturel est utilisé comme agent réducteur pour produire du fer de réduction direct (FRD) et les émissions de CO ₂ associées à la production sidérurgique sont actuellement déclarées dans le secteur Énergie. Une fraction du charbon, indiquée dans la section des utilisations non énergétiques du BDEEC, est utilisée pour la production sidérurgique et est actuellement déclarée dans la sous-catégorie Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant. On prévoit d'attribuer les émissions mentionnées précédemment à la catégorie Production sidérurgique.	Recommandation des EEE	Aucun progrès important réalisé
	Production de magnésium (Catégorie 2.C.4 du CUPR)	Obtention de données à jour sur l'utilisation de SF ₆ dans les installations de moulage de magnésium	Les derniers ensembles de données recueillis auprès des installations portaient sur l'année 2009. Comme les données pour les années 2010 à 2015 ne sont pas disponibles, les valeurs relatives aux émissions et à la production de SF ₆ ont été extrapolées à partir de données sur la production brute à l'échelle provinciale.	Amélioration continue	Aucun progrès important réalisé
	Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant (2.D du CUPR)	Mettre à jour les coefficients d'émission pour divers produits pétroliers non énergétiques et le gaz naturel	Des coefficients d'émission pour divers produits pétroliers non énergétiques et le gaz naturel ont été élaborés, compte tenu d'études effectuées en 1992 et en 2005, respectivement. On planifie d'évaluer si ces coefficients d'émission sont toujours valides et de les mettre à jour, au besoin.	Recommandation des EEE	Aucun progrès important réalisé
	Fabrication de semi-conducteurs (2.E.1 du CUPR)	Obtenir des données à jour sur l'utilisation de SF ₆ et de NF ₃	Le dernier ensemble de données sur le SF ₆ a été recueilli en 2009, et le dernier ensemble de données sur le NF ₃ a été recueilli en 2014. En raison de la non-disponibilité de données sur les activités pour les années subséquentes, les valeurs des émissions sont extrapolées en utilisant des valeurs de production brutes.	Amélioration continue	Aucun progrès important réalisé
	Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (HFCs, Catégorie 2.F du CUPR)	Obtenir des données d'utilisation de PFC à jour.	Le dernier ensemble de données PFC recueilli date de 2009. En raison de l'indisponibilité des données d'activité pour les années suivantes, les valeurs d'émission sont extrapolées à l'aide de différents substituts (tels que les valeurs de production brutes, les données démographiques).	Amélioration continue	Aucun progrès important réalisé
	Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (HFCs, Catégorie 2.F du CUPR)	Élaboration de méthodes pour mettre à jour chaque année les données sur les HFC contenus dans les produits	Il existe un écart de données avec les données de l'article disponibles jusqu'en 2010. Pour combler cette lacune, on examinera les statistiques et les données d'importation et d'exportation afin d'établir une méthode pour déterminer les quantités de HFC.	Amélioration continue	Aucun progrès important réalisé
	Équipement électrique (2.G.1 du CUPR)	Déclarer les émissions de CF ₄	Le SF ₆ est utilisé comme agent d'isolation et d'extinction d'arc dans les équipements de transmission et de distribution électrique. Pour améliorer le rendement par temps froid, le SF ₆ (gaz) peut être mélangé avec du CF ₄ (gaz). Actuellement, le Canada déclare seulement le SF ₆ dans cette catégorie de source, et on planifie de déclarer les émissions de CF ₄ également.	Amélioration continue	Amorce de la collecte de données/d'une étude

Tableau 8–5 **Sommaire du Plan d'amélioration de l'inventaire du Canada** (continué)

Secteur	Catégorie	Amélioration	Description	Fondement de l'amélioration prévue	Le point sur les progrès réalisés
Agriculture	Fermentation entérique / Gestion des fumiers (Catégories 3.A et 3.B du CUPR) / Sols agricoles (3.D)	Ajout de nouveaux renseignements sur la nutrition animale.	Des améliorations sont continuellement apportées à la série chronologique sur la nutrition des animaux d'après l'examen et la compilation de multiples sources de données. Même si la priorité est accordée au secteur des bovins de boucherie, des améliorations mineures seront apportées au besoin au secteur des bovins laitiers et au secteur porcin. Des données ont été recueillies et analysées, mais l'élaboration du modèle n'est pas achevée. L'approbation et l'harmonisation avec les méthodes utilisées par AAC sont requises, particulièrement en ce qui a trait aux méthodes utilisées dans l'estimation des émissions d'ammoniac, avant la mise en oeuvre de la base de données.	Amélioration continue	Élaboration de nouveaux paramètres
	Fermentation entérique / Gestion des fumiers (Catégories 3.A et 3.B du CUPR) / Sols agricoles (3.D)	Mise à jour des paramètres sur la nutrition des bovins laitiers.	Une série chronologique sur la nutrition des bovins laitiers est actuellement utilisée pour effectuer le suivi des changements de l'alimentation et des caractéristiques des bovins laitiers. Les mises à jour apportées aux données sur la nutrition des bovins laitiers sont tirées des années suivant 2010. Les données sont en cours d'acquisition; la mise en oeuvre de la base de données suivra l'analyse, l'approbation et l'harmonisation avec les méthodes utilisées par AAC.	Amélioration continue	Amorce de la collecte de données/d'une étude
	Gestion des fumiers (Catégorie 3.B du CUPR)	Ajout de nouveaux renseignements sur les systèmes de gestion du fumier.	De nouveaux renseignements provenant de multiples enquêtes sont utilisés en vue d'élaborer une représentation cohérente des modifications des systèmes de stockage du fumier pour le secteur des bovins laitiers et le secteur porcin au cours de la période de déclaration, de mieux saisir les changements dans les pratiques agricoles et d'améliorer la précision des estimations des émissions. Les données ont été recueillies et analysées, mais elles doivent être approuvées et harmonisées avec les méthodes d'AAC, particulièrement en ce qui a trait aux méthodes utilisées dans l'estimation des émissions d'ammoniac, avant la mise en oeuvre de la base de données.	Amélioration continue	Nouveaux paramètres en cours d'élaboration
	Sols agricoles (Catégorie 3.D du CUPR)	Révision des méthodes d'estimation des coefficients d'émissions d'oxyde nitreux.	On compile actuellement des données sur les flux de N ₂ O provenant des sols qui ont été recueillies depuis 1990, principalement dans les études publiées. L'intention est d'établir les facteurs principaux, dont les propriétés du sol, les conditions climatiques, les sources de N et les méthodes de gestion, pouvant expliquer la nature et la provenance des émissions de N ₂ O dans les sols agricoles au Canada et de réévaluer la relation empirique entre les coefficients d'émission pour le N ₂ O et les régimes de précipitations et d'évapotranspiration pendant la saison de croissance.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
	Sols agricoles (Catégorie 3.D du CUPR)	Révision des méthodes d'estimation des émissions d'oxyde de diazote dans le sol provenant de la culture des histosols	On révisera les estimations pour le drainage des sols organiques sur les terres cultivées en fonction des directives présentées dans le Supplément sur les zones humides du GIEC.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
	Incinération des résidus agricoles dans les champs (Catégorie 3.F du CUPR)	Amélioration des estimations des émissions produites par l'incinération des résidus de culture.	Des données sur les résidus de culture peuvent être extraites de l'Enquête sur la gestion agroenvironnementale de 2011, mais elles n'ont pas été actualisées aux fins de l'estimation des émissions de GES. Des données sur l'incinération des résidus agricoles dans les champs seront extraites et versées dans la base de données.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
ATCATF	Transcatégorie	Établissement des estimations pour les sous-catégories de l'ATCATF portant la mention « NE ».	Il est nécessaire d'améliorer l'intégralité des données déclarées sur les réservoirs dans les catégories obligatoires portant actuellement la mention « NE ».	Recommandation des EEE de la CCNUCC	Autres méthodes à l'étude
	Conversion des terres forestières—TFTC, TFTH, TFZE (Catégories 4.B.2, 4.D.2 et 4.E.2 du CUPR)	Mise à jour des données sur la conversion des forêts.	Les activités continues, associées à l'ajout d'une nouvelle période de cartographie (2013-2018) et à un plan à moyen ou long terme pour l'examen de la série chronologique de 1970 à 2004 sur les zones de déforestation, amélioreront les estimations réalisées pour des périodes antérieures.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
	Transcatégorie	Élaboration d'un plan et d'un échéancier pour l'estimation et la déclaration des incertitudes associées à l'ensemble des sous-catégories de l'ATCATF.	Le Canada a fourni une analyse détaillée des incertitudes liées à la plupart des sous-catégories de l'ATCATF. Cependant, l'analyse des incertitudes n'a pas été réalisée pour toutes les sous-catégories en raison des ressources limitées. Les estimations des incertitudes dans les catégories nouvelles et mises à jour ont été présentées dans les plus récents rapports. L'objectif du Canada est d'élaborer un plan pour estimer, actualiser et déclarer les incertitudes de l'ensemble des sous-catégories de l'ATCATF.	Recommandation des EEE de la CCNUCC	Autres méthodes à l'étude

Tableau 8–5 **Sommaire du Plan d'amélioration de l'inventaire du Canada** (continué)

Secteur	Catégorie	Amélioration	Description	Fondement de l'amélioration prévue	Le point sur les progrès réalisés
	Terre forestière (Catégorie 4.A du CUPR) et terres cultivées (Catégorie 4.B du CUPR)	Élaboration et amélioration des estimations relatives au drainage des sols organiques sur les terres forestières et les terres cultivées	On élaborera de nouvelles estimations relatives au drainage des sols organiques sur les terres forestières et on révisera les estimations relatives au drainage des sols organiques sur les terres cultivées en fonction des directives présentées dans le Supplément sur les zones humides du GIEC.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
	Terres cultivées (Catégorie 4.B du CUPR)	Élaboration de méthodes d'estimation des changements dans les stocks de carbone organique du sol découlant de l'ajout/l'élimination de résidus agricoles et de l'épandage de fumiers	On améliorera les estimations des apports de carbone et d'azote attribuables aux résidus agricoles, en tenant compte de la mise en balles des résidus, en fonction de l'Enquête sur la gestion agroenvironnementale (EGA) de Statistique Canada, et on fournira des estimations des changements dans les stocks de carbone organique du sol découlant de l'ajout/l'élimination de résidus agricoles et de l'épandage de fumiers.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
	Établissements, terres converties en établissements (Catégorie 4.E.2 du CUPR)	Collecte de données sur les activités concernant les milieux humides convertis en établissements	On est à établir des estimations de la superficie des milieux humides convertis en établissements industriels dans la région des sables bitumineux et des travaux seront entamés cette année pour estimer les émissions connexes.	Recommandation des EEE de la CCNUCC	Mise en œuvre d'une collecte de données / d'une étude
	Produits ligneux récoltés (Catégorie 4.G du CUPR)	Amélioration des estimations des incertitudes, élaboration de valeurs de demi-vies propres au pays et prolongement de la couverture temporelle.	Les améliorations prévues permettront d'affiner l'analyse des incertitudes liées aux estimations des PLR, par l'examen des incertitudes inhérentes aux apports de C. Établissement de valeurs de demi-vies propres au pays et prolongation de la couverture temporelle actuellement limitée par les données disponibles.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
	Produits ligneux récoltés (Catégorie 4.G du CUPR)	Amélioration des données sur les activités relatives au bois de chauffage résidentiel et estimation des émissions à long terme des décharges de déchets solides.	Les travaux en cours permettront d'améliorer la qualité des données sur la récolte et l'utilisation du bois pour l'énergie de biomasse au Canada, afin d'assurer que les contributions des terres forestières et non forestières sont correctement quantifiées et d'intégrer les effets des déchets de bois et de papier envoyés dans des décharges de déchets solides.	Amélioration continue / Lignes directrices 2006 du GIEC	Mise en œuvre d'une collecte de données / d'une étude
	Généralité : matrice de transition des terres (Tableau 4.1 du CUPR)	Révision et amélioration de la cohérence et de l'exhaustivité de la matrice de transition des terres.	Inclure dans le prochain RIN toute mise à jour sur l'état d'implémentation du projet pour réviser et améliorer la cohérence et l'exhaustivité de la matrice de transition des terres.	Recommandation des EEE de la CCNUCC	Analyse de données en cours
Déchets	Évacuation des déchets solides (Catégorie 5.A du CUPR)	Intégration de données détaillées, si elles sont disponibles, concernant la proportion des déchets solides municipaux éliminés qui est envoyée dans des sites d'enfouissement; détermination de sources de données plus représentatives.	Actuellement, la quantité de déchets solides envoyés dans des sites d'enfouissement est estimée en fonction de la quantité totale de déchets municipaux solides éliminés. Des travaux sont en cours pour obtenir des données plus détaillées sur les déchets éliminés.	Amélioration continue	Analyse des données en cours
	Traitement biologique des déchets solides (Catégorie 5.B du CUPR)	Étude plus poussée sur le compostage et la digestion anaérobie des déchets solides au Canada.	Les possibilités d'acquisition de données plus précises sur les quantités de déchets solides compostées et digérées en conditions anaérobies dans les provinces et les territoires continueront d'être explorées. Une collaboration accrue avec les autorités provinciales et territoriales et d'autres autorités régionales pourrait produire un ensemble de données plus complet et des données de qualité supérieure, qui peuvent servir à améliorer ou à vérifier les estimations des émissions actuelles.	Amélioration continue	Mise en œuvre d'une collecte de données / d'une étude
	Traitement et rejet des eaux usées (Catégorie 5.D du CUPR)	Améliorations fondées sur l'élimination des boues et l'examen des paramètres sur l'azote	Une enquête est nécessaire pour déterminer si le modèle d'eaux usées peut être amélioré par l'incorporation de l'élimination des boues et/ou l'élaboration de paramètres améliorés sur les influents et effluents d'azote.	Amélioration continue	Amorce de la collecte de données/d'une étude

RÉFÉRENCES

Chapitre 1, Introduction

Canada. 1999. *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)*, Ottawa, Imprimeur de la Reine. Disponible en ligne : <http://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/C-15.31.pdf>.

CCNUCC. Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. 2010. *Compilation of technical information on the new greenhouse gases and groups of gases included in the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [page Web] [modifiée le 27 juillet 2010; citée le 15 janvier 2015]. Disponible en ligne : <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-convention/greenhouse-gas-4>.

CCNUCC. Convention-cadre sur les changement climatiques. 2014. *Rapport de la Conférence des Parties sur sa dix-neuvième session, tenue à Varsovie du 11 au 23 novembre 2013. Additif. Deuxième partie : Mesures prises par la Conférence des Parties à sa dix-neuvième session, 24/CP.19 Révision des Directives FCCC pour la notification des inventaires annuels des Parties visées à l'annexe I de la Convention* Disponible en ligne : <http://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/fr/10a03f.pdf>.

Conseil du Trésor du Canada. 2012. *Politique sur la gestion de l'information* [modifiée le 1^{er} avril 2012]. Disponible en ligne : <http://www.tbs-sct.gc.ca/pol/doc-fra.aspx?id=12742>.

Environnement Canada. 2015. Document non publié. General QC (Tier I QC Checklist), Quality Manual of the Pollutant Inventories and Reporting Division (PIRD).

Environnement et Changement climatique Canada. 2019. *Bulletin des tendances et des variations climatiques – Année 2017*. Environnement et Changement climatique Canada. Disponible en ligne : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/recherche-donnees/tendances-variabilite-climatiques/tendances-variations/bulletin-annee-2017.html>.

Environnement et Changement climatique Canada. 2019. *Programme de déclaration des émissions de gaz à effet de serre par les installations – Aperçu des émissions déclarées pour 2017*. Environnement et Changement climatique Canada. Disponible en ligne : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/emissions-gaz-effet-serre/declaration-installations/donnees.html>.

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*. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Programme relatif aux inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Disponible en ligne : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/index.html>.

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Working Group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller (dir. de publ.). Cambridge University Press, Cambridge (Royaume Uni). Disponible en ligne : <http://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>.

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2012. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Working Group 1 contribution to the IPCC Fourth Assessment Report – Errata*. Disponible en ligne : <http://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>.

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group 1 to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. T. Stocker, D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P. Midgley (dir. de publ.). Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni). Disponible en ligne : <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2014. *Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, 161 p.

Hengeveld H., B. Whitewood et A. Ferguson. 2005. *An Introduction to Climate Change – A Canadian Perspective*. Environment Canada, Ottawa (Ontario).

OMM. Organisation météorologique mondiale. 2018. *Bulletin sur les gaz à effet de serre - N°14: Bilan des gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère d'après les observations effectuées à l'échelle du globe en 2017*. 22 novembre 2018, 2018. . Disponible en ligne : https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=20729#.XA57T5VJJD8.

Chapitre 2, Tendances des émissions de gaz à effet de serre, 1990–2017

[AAC] Association de l'aluminium du Canada. 2017. Données sur la production et les émissions de GES obtenues selon les termes d'un protocole d'entente entre l'Association de l'aluminium du Canada et Environnement Canada.

[ACPA] Association canadienne des producteurs d'acier. 2013-2016. Association canadienne des producteurs d'acier. Données sur la production sidérurgique obtenues dans le cadre d'un contrat d'achat entre ECCC et l'ACPA.

[AER] Alberta Energy Regulator. 2014. *Directive 060: Upstream Petroleum Industry Flaring, Incinerating, and Venting*. Accès : <https://www.aer.ca/documents/directives/Directive060.pdf>.

[AER] Alberta Energy Regulator. 2018. Alberta's Energy Reserves and Supply/Demand Outlook: ST98-2017. Available online at: https://www.aer.ca/documents/sts/ST98/ST98-2018_Infographic.pdf.

Allen DT, Torres VM, Thomas J, Sullivan DW, Harrison M, Hendler A, Herndon SC, Kolb CE, Fraser MP, Hill AD et al. 2013. *Measurements of methane emissions at natural gas production sites in the United States*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Vol. 110 No. 44, 17768–17773.

[BCOGC] British Columbia Oil and Gas Commission. 2015. *Flaring and Venting Reduction Guideline – v4.4*. Avril 2015. Accès : <http://www.bcogc.ca/node/5916/download>.

[CAIT] Climate Analysis Indicators Tool. 2017. *CAIT 2.0*. Washington (DC): World Resources Institute. Accès : <https://www.wri.org/our-work/project/caitclimate-data-explorer>.

[CAPP] Canadian Association of Petroleum Producers. 2018. *Statistical Handbook for Canada's Upstream Petroleum Industry*. [révisé en février 2018; mentionné le 9 octobre 2018]. Accès : <http://www.capp.ca/library/statistics/handbook/Pages/default.aspx>

[CEEDC] Canadian Energy and Emissions Data Centre. 2019. CEEDC database on Energy, Production and Intensity Indicators for Canadian Industry. Burnaby (BC) Simon Fraser University. (consulté le 3 janvier 2019) Disponible en ligne : <https://cieedacdb.rem.sfu.ca/naics-database/#>.

[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*. Préparé par le Programme pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Eggleston, HS, L Buendia, K Miwa, T Ngara et K Tanabe (éd.), GIEC, Japon.

[Husky] Husky Energy Inc. 2018. *Husky Energy Annual Report 2017*. [consulté le 13 août 2018]. Disponible en ligne : http://www.huskyenergy.ca/downloads/aboutus/publications/annualreports/HSE_Annual2017.pdf.

[RNCAN] Ressources naturelles Canada. 2013. *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada de 1990 à 2010*, Ottawa (Ont.), Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada. M141-1/2010.

[RNCAN] Ressources naturelles Canada. 2018 *L'État des forêts au Canada – Rapport annuel 2018*, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Ottawa. 80 p. Disponible en ligne : <http://scf.rncan.gc.ca/publications?id=39337>.

[Sask ECON] Saskatchewan Ministry of Economy. 2015. *Saskatchewan Upstream Petroleum Industry Associated Gas Conservation Standards – Directive S-10*. Accès : <http://publications.gov.sk.ca/documents/310/85153-Directive%20S-10%20Saskatchewan%20Upstream%20Petroleum%20Industry%20Associated%20Gas%20Conservation%20Directive.pdf>.

Statistique Canada. 1991–2018. *Bulletin sur la disponibilité et l'écoulement d'énergie au Canada* (annuel), n° 57 003 X au catalogue. Disponible en ligne : <http://www5.statcan.gc.ca/olc-cel/olc?ObjId=57-003-X&ObjType=2&lang=fr&limit=0>.

Statistique Canada. 2004–2012. *Acier, produits tubulaires et fil d'acier* (mensuel), n° 41 019-X au catalogue (discontinué).

Statistique Canada. Sans date (a). Tableau 361-00369 (anciennement CANSIM 380-0106), *Produit intérieur brut en termes de dépenses aux prix constants de 2012*, annuel (x 1 000 000), Données. Dernière mise à jour : 29 novembre 2016. Disponible en ligne : <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3610036901> (consulté le 14 décembre 2018).

Statistique Canada. Sans date (b). Tableau 17-10-0005-01 (anciennement CANSIM 051-0001) : *Estimations de la population au 1er juillet, par âge et sexe*. Données. Dernière mise à jour : 13 décembre 2018. Disponible en ligne : <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=171000501> (consulté le 13 décembre 2018).

Statistique Canada. Sans date (c). Tableau 25-10-0014-01 (anciennement CANSIM 126-0001) : *Pétrole brut et équivalents, approvisionnement et utilisation, mensuel (x 1 000)*. Données. Disponible en ligne : <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2510001401> (consulté le 15 août 2016).

Statistique Canada. Sans date (d). Tableau 25-10-0063-01 (anciennement CANSIM 126-0003) : *Approvisionnement et utilisation du pétrole brut et équivalent, mensuel (mètres cubes)*. Données. Disponible en ligne : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/type/donnees?texte=25100063> (consulté le 9 octobre 2018).

Statistique Canada. Sans date (e). Tableau 32-10-0130-01, *Nombre de bovins, selon la classe et le type d'exploitation agricole, annuel (x 1 000)*, annuel, (tête). Données. Disponible en ligne : <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3210013001> (consulté le 22 octobre 2018).

Statistique Canada. Sans date (f). Tableau 23-10-0219-01 : *Activités de l'industrie du camionnage*, annuel. Données. Disponible en ligne : <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2310021901>.

Chapitre 3, Énergie

ACPP. Association canadienne des producteurs pétroliers. 1999. *CH₄ and VOC Emissions from the Canadian Upstream Oil and Gas Industry*, Vols. 1 and 2. Préparé pour l'Association canadienne des producteurs pétroliers, Calgary (Alberta). Clearstone Engineering Ltd. No de publication : 1999-0010.

ACPP. Association canadienne des producteurs pétroliers. 2005. *A National Inventory of Greenhouse Gas (GHG), Criteria Air Contaminant (CAC) and Hydrogen Sulphide (H₂S) Emissions by the Upstream Oil and Gas Industry*, Vols. 1–5. Calgary (Alberta). Clearstone Engineering Ltd.

ACPP. Association canadienne des producteurs pétroliers. 2006. *An Inventory of GHGs, CACs, and H₂S Emissions by the Canadian Bitumen Industry: 1990 to 2003*. Préparé pour l'Association canadienne des producteurs pétroliers, Calgary (Alberta). Clearstone Engineering Ltd.

AER. Alberta Energy Regulator. 2018. *Alberta Mineable Oil Sands Plant Statistics*, Monthly Supplement December 2017: ST39-2017 [mis à jour le 23 mars 2018, consulté le 21 août 2018]. Disponible en ligne : <https://www.aer.ca/documents/sts/ST39-2017.pdf>.

BioMer. 2005. *Démonstration et évaluation du biodiésel pour les bateaux de croisière du Vieux-Port de Montréal et du lieu historique national du Canal-de-Lachine* : rapport de fin de projet.

CCNUCC. Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. 2012. FCCC/ARR/2011/CAN. *Report of the individual review of the annual submission of Canada submitted in 2011*, avril 2012. Disponible en ligne à : <http://unfccc.int/resource/docs/2012/arr/can.pdf>.

CCNUCC. Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. 2014. FCCC/CP/2013/10/Add.3. *Rapport de la Conférence des Parties sur sa dix-neuvième session, tenue à Varsovie du 11 au 23 novembre 2013*. Décisions adoptées par la Conférence des Parties. Décision 24/CP.19. Révision des Directives FCCC pour la notification des inventaires annuels des Parties visées à l'annexe I de la Convention.

CGA. Canadian Gas Association. 1997. *1995 Air Inventory of the Canadian Natural Gas Industry*. Calgary (Alberta). Radian International LLC.

Cheminfo Services Inc., et Clearstone Engineering Ltd. 2014. *Compilation of a National Inventory of Greenhouse Gas and Fugitive VOC Emissions by the Canadian Coal Mining Industry*. Rapport final présenté au groupe sur l'énergie, DPRI, Environnement Canada.

CIEEDAC Canadian Industrial Energy End-Use Data Analysis Centre. 2015. *Energy use and CO₂ Emissions in Canadian Oil Refineries 1990, 1994 – 2013*. Burnaby (Colombie-Britannique). Université Simon Fraser.

CPPI. Canadian Petroleum Products Institute. 2004. *Economic and Environmental Impacts of Removing Sulphur from Canadian Gasoline and Distillate Production*, Calgary (Alberta). Levelton Consultants Ltd. en association avec Purvin & Gertz Inc.

Clearstone Engineering Ltd. 2014. *Technical Report on Canada's Upstream Oil and Gas Industry*. Vols. 1 à 4. Préparé pour Environnement Canada. Calgary (Alberta) : Clearstone Engineering Ltd.

Clearstone Engineering Ltd. 2017. *An Inventory of GHG, CAC and Other Priority Emissions by the Canadian Oil Sands Industry: 2003 to 2015*. Vols 1–3. Préparé pour Environnement et Changement climatique Canada. Calgary (Alberta) : Clearstone Engineering Ltd.

ECCC. Environnement et Changement climatique Canada. 2017. *Updated Coal Emission, Energy Conversion and Oxidation Factors*. Rapport interne inédit d'Environnement et Changement climatique Canada. Ottawa (Ontario). Division des inventaires et rapports sur les polluants.

ECCC. Environnement et Changement climatique Canada. 2017. *Updated CO₂ Emission Factors for Gasoline and Diesel Fuel*. Préparé par S. Tobin, Division des inventaires et rapports sur les polluants. Environnement et Changement climatique Canada. Gatineau (Québec).

ECCC. Environnement et Changement climatique Canada. 2018a. *Off-road Equipment Analysis – Oil Sands Mining Equipment*. Rapport inédit. Préparé par B. Greenlaw, Division des inventaires et rapports sur les polluants. Environnement et Changement climatique Canada. Gatineau (Québec).

ECCC. Environnement et Changement climatique Canada. 2018b. *Off-road Equipment Analysis – Snowmobiles*. Rapport inédit. Préparé par B. Greenlaw, Division des inventaires et rapports sur les polluants. Environnement et Changement climatique Canada. Gatineau (Québec C).

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2000. *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Programme relatif aux inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. Disponible en ligne à : http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/french/gpgaum_fr.html.

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*. Préparé par le Programme pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Dir. de publ. Eggleston H.S., L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara et K. Tanabe. Institut des stratégies environnementales mondiales, Kanagawa (Japon). Disponible en ligne à : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/index.html>.

GRI. Gas Research Institute. 2000. *Vented Emissions from Maintenance at Natural Gas Distribution Stations in Canada*. Austin (TX): Radian International LLC.

Husky Energy Inc. 2018. *Husky Energy Annual Report 2017*. [consulté le 13 août 2018]. Disponible en ligne à : http://www.huskyenergy.ca/downloads/aboutus/publications/annualreports/HSE_Annual2017.pdf.

ICF Consulting. 2004. *Quantitative Assessment of Uncertainty in Canada's National GHG Inventory Estimates for 2001*. Rapport final présenté à la Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, par ICF Consulting.

King, B. 1994. *Management of Methane Emissions from Coal Mines: Environmental, Engineering, Economic and Institutional Implications of Options*. Rapport préparé pour Environnement Canada par Neill and Gunter Ltd.

McCann, T.J. 2000. *1998 Fossil Fuel and Derivative Factors*. Rapport préparé pour Environnement Canada par T.J. McCann and Associates Ltd.

Mourits, F. 2008. *Overview of the IEA GHG Weyburn-Midale CO₂ Monitoring and Storage Project*: Presentation to Interdepartmental CCS Coordinating Committee. Ressources naturelles Canada.

ORTECH Consulting Inc. 2013. *Canadian Natural Gas Companies 2005 and 2011 Greenhouse Gas and Criteria Air Contaminant Inventory Report and Validation by Audit*. Préparé pour le CEPEI. Guelph (Ontario).

PTRC. Petroleum Technology Research Centre. 2004. *IEA GHG Weyburn CO₂ Monitoring & Storage Project Summary Report 2000–2004*. Regina (Saskatchewan).

SaskPower. 2017. *BD3 Status Update: January 2018*. Disponible en ligne à : <https://wcms.saskpower.com/about-us/Our-Company/Blog/2018/03/bd3-status-update-january-2018>.

SGA Energy Ltd. 2000. *Emission Factors and Uncertainties for CH₄ & N₂O from Fuel Combustion*. Rapport non publié préparé pour la Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, par SGA Energy Ltd.

Statistique Canada 1990–. *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*. No 57-003-X au catalogue. Disponible en ligne à : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/catalogue/57-003-X>

Statistique Canada. 2002-2009. *Production, transport et distribution d'électricité* (annuel). No 57-202-X au catalogue (a cessé de paraître).

Townsend-Small A, T.W. Ferrara, D.R. Lyon, A.E. Fries et B.K. Lamb. 2016. Emissions of coalbed and natural gas methane from abandoned oil and gas wells in the United States. *Geophysical Research Letters* 43:2283–2290. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/2015GL067623>.

Chapitre 4, Procédés industriels

ACPA. Association canadienne des producteurs d'acier. 2009. Données confidentielles non publiées. Teneur moyenne en carbone de la gueuse de fonte dans l'industrie.

ACPA. Association canadienne des producteurs d'acier. 2013-2016. Données non publiées sur la charge de gueuse de fonte dans les fours sidérurgiques au Canada.

Alcan. 2010. Réponse d'Alcan aux questions d'Environnement Canada relativement à l'examen national mené par la CCNUCC de l'inventaire canadien de GES.

AMEC. 2006. *Identifying and Updating Industrial Process Activity Data in the Minerals Sector for the Canadian Greenhouse Gas Inventory*. Rapport non publié, Mississauga (Ontario). AMEC Earth & Environmental, une division d'AMEC Americas Ltd.

Bliss J.D., T.S. Hayes et G.J. Orris. 2008. *Limestone—A Crucial and Versatile Industrial Mineral Commodity*. U.S. Geological Survey Fact Sheet 2008–3089, version 1.1, mis à jour en août 2012.

British Columbia Geological Survey. 2016. *Provincial Overview of Exploration and Mining in British Columbia, 2015*. Ministère de l'énergie et des mines de la Colombie Britannique, Circulaire d'information 2016-1 de la commission géologique de la Colombie-Britannique [consulté le 9 juin 2016]. Disponible en ligne : <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/industry/mineral-exploration-mining/british-columbia-geological-survey/publications/informationcirculaires>.

CAC. Cement Association of Canada. 2014. Données non publiées sur la production canadienne de clinker.

Cheminfo Services. 2002. *Review of Canadian SF₆ Emissions Inventory*. Rapport non publié. Cheminfo Services Inc., Markham (Ontario).

Cheminfo Services. 2005a. *Improving and Updating Industrial Process-Related Activity Data and Methodologies in Canada's Greenhouse Gas Inventory, Sulphur Hexafluoride (SF₆) from Electrical Equipment*. Rapport non publié. Cheminfo Services Inc., Markham (Ontario).

Cheminfo Services. 2005b. *Improving and Updating Industrial Process-Related Activity Data and Methodologies Used in Canada's Greenhouse Gas Inventory, Sulphur Hexafluoride Emissions from the Magnesium Casting Sector*. Rapport non publié. Cheminfo Services Inc., Markham (Ontario).

Cheminfo Services. 2005c. *Improving and Updating Industrial Process-Related Activity Data and Methodologies Used in Canada's Greenhouse Gas Inventory, Hydrofluorocarbons (HFCs)*. Rapport non publié. Cheminfo Services Inc., Markham (Ontario).

Cheminfo Services. 2006. *Improvements and Updates to Certain Industrial Process and Solvent Use-Related Sections in Canada's Greenhouse Gas Inventory*. Rapport final. Cheminfo Services Inc., Markham (Ontario).

Cheminfo Services. 2010. *Study of Potential Additions and Updates to the Industrial Process Sources of GHGs in the Canadian GHG Inventory, and Development of Canadian-Specific Methodologies and Emission Estimates for such Sources*. Rapport final. Cheminfo Services Inc., Markham (Ontario).

Cheminfo Services. 2014. *Chemical Management Plan 2 (CMP₂) Scoping Project for Substance Information on Nitrogen Trifluoride (NF₃)*. Rapport final confidentiel. Cheminfo Services Inc., Markham (Ontario).

Cheminfo Services. 2015. *Petrochemical Production Study: Carbon Flows and GHG Emissions*. Rapport final. Markham (Ontario): Cheminfo Services Inc.

CIEEDAC. Centre canadien de données et d'analyse de la consommation finale d'énergie dans l'industrie. 2006. *A Review of Energy Consumption in Canadian Oil Refineries 1990, 1994 to 2004*. Université Simon Fraser, Burnaby (Colombie-Britannique).

CIEEDAC. Centre canadien de données et d'analyse de la consommation finale d'énergie dans l'industrie. 2010. *A Review of Energy Consumption and Related Data: Canadian Cement Manufacturing Industry, 1990 to 2008*. Université Simon Fraser, Burnaby (Colombie-Britannique).

Derry Michener Booth and Wahl et Commission géologique de l'Ontario. 1989. *Limestone Industries of Ontario, Vol. III — Limestone Industries and Resources of Central and Southwestern Ontario*. Rapport préparé pour la Direction de la gestion des terres du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 175 p.

EHS. Environmental Health Strategies Inc. 2013. *Report on Emission Factors for HFCs in Canada*. Rapport non publié. Toronto (Ontario). Préparé pour Environnement Canada.

Environnement Canada. 1999-2007. *Inventaire national des rejets de polluants (INRP). Données publiques sur les émissions de SF₆ provenant de la production de magnésium*. Disponible en ligne : <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/pollution-gestion-dechets/inventaire-national-rejets-polluants.html>.

Environnement Canada. 1986. Liste intérieure des substances. Disponible en ligne : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-environnemental-loi-canadienne-protection/listes-substances/interieure.html>.

Environnement Canada. 2015. Document non publié. General Quality Control Checklist Guidance (DIRP).

Environnement Canada. 2015. *Review of Country-specific HFCs Emission Estimations in the Refrigeration and Air Conditioning Sectors*. Rapport non publié. Ottawa (Ontario).

Environnement Canada et l'Association canadienne de l'électricité. 2008. *Protocole d'estimation et de déclaration des émissions de SF₆ pour les services d'électricité*.

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2000. *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux*. Programme relatif aux inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Disponible en ligne : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/french/>.

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2002. *Documents d'information – IPCC Expert Meetings on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* (section sur les émissions de HFC-23 découlant de la production de HCFC-22). Programme relatif aux inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Disponible en ligne : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/gpg-bgp.htm>.

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, vol. 3, Procédés industriels et utilisation des produits*. Programme relatif aux inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Disponible en ligne : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol3.htm>.

GIEC/OCDE/AIE. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Organisation de coopération et de développement économiques et Agence internationale de l'énergie. 1997. *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996*. Disponible en ligne : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/french.htm>.

GTIS. Global Trade Information Services Inc. Canadian Soda Ash Import and Export Data. [Données commerciales pour 1995-2006, consultées le 1er octobre 2007; données pour 2007-2009, consultées le 21 juin 2010]. Disponible en ligne : <http://www.gtis.com>.

HRAI. *Heating, Refrigeration and Air Conditioning Institute of Canada*. 2008. HCFC Phase-Out Awareness.

IAI. International Aluminium Institute. 2006. *The Aluminium Sector Greenhouse Gas Protocol (annexe au protocole sur les GES du WRI/WBCSD)*. Disponible en ligne : <http://www.world-aluminium.org/publications/>.

ICF Consulting. 2004. *Quantitative Assessment of Uncertainty in Canada's National GHG Inventory Estimates for 2001*. Rapport final présenté à la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada, par ICF Consulting.

Jaques, A.P. 1992. *Estimation des émissions de gaz provoquant l'effet de serre au Canada en 1990*. Protection de l'environnement. Conservation et protection, Environnement Canada, rapport SPE 5/AP/4.

McCann, T.J. 2000. *1998 Fossil Fuel and Derivative Factors*. Rapport non publié. Préparé pour Environnement Canada par T.J. McCann and Associates.

Ministère de l'Environnement du Japon. 2009. *National Greenhouse Gas Inventory Report of Japan*. Bureau de l'inventaire des gaz à effet de serre du ministère de l'Environnement du Japon.

RNCAN. Ressources naturelles Canada. *Annuaire des minéraux du Canada, 1990-2006*, (annuel). Secteur des minéraux et des métaux. Ressources naturelles Canada (a cessé de paraître).

Statistique Canada. Sans date [a]. Tableau 303-0060 – *Production, livraisons et inventaires de ciment, mensuel*. CANSIM (base de données) (Tableau consulté le 7 juin 2016). Disponible en ligne : <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/home-accueil?p2=50&retrLang=fr&lang=fr>.

Statistique Canada. Sans date [b]. Tableau 161-00043 – *Ciment, destination des livraisons mensuelles*. Données. (Tableau consulté le 7 juin 2016). Disponible en ligne : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1610004301&request_locale=fr.

Statistique Canada. Sans date [c]. Tableau 161-00041 – *Production de produits chimiques industriels et de résines synthétiques, données annuelles*. Données. Disponible en ligne : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1610004101&request_locale=fr.

Statistique Canada. Sans date [d]. Tableau 171-00005 – *Estimations de la population au 1er juillet, par âge et sexe*. Données. Disponible en ligne : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1710000501&request_locale=fr.

Statistique Canada. 1985-1998. *Industries des produits minéraux non métalliques*. No 44 250 XPB au catalogue (a cessé de paraître).

Statistique Canada. 1990-2003. *Fer et acier primaire (mensuel)*. No 41 001 XIB au catalogue (a cessé de paraître).

Statistique Canada. 1990-2004. *Ciment (mensuel)*. No 44 001 XIB au catalogue (a cessé de paraître).

Statistique Canada. 1990-2007. *Produits chimiques industriels et résines synthétiques (mensuel)*. No 46 002 XIE au catalogue (a cessé de paraître).

Statistique Canada. 1990-2016. *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada (annuel)*. No 57-003-XIB au catalogue.

Statistique Canada. 2004-2012. *Acier, produits tubulaires et fil d'acier (mensuel)*. No 41-019-X au catalogue (a cessé de paraître).

Statistique Canada. 2010-2016. Base de données sur le commerce international canadien de marchandises. No 65C-0003 au catalogue. [Consulté le 28 nov. 2017]. Disponible en ligne : <http://www5.statcan.gc.ca/cimt-cicm/home-accueil?lang=fr>.

Chapitre 5, Agriculture

- Boadi, D.A., K.H. Ominski, D.L. Fulawka et K.M. Wittenberg. 2004. *Improving Estimates of Methane Emissions Associated with Enteric Fermentation of Cattle in Canada by Adopting an IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Tier-2 Methodology*. Rapport final présenté à la Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, Winnipeg (Manitoba) : Département de zootechnie, Université du Manitoba.
- Campbell, C.A., R.P. Zentner, H.H. Janzen et K.E. Bowren. 1990. *Crop Rotation Studies on the Canadian Prairie*, Ottawa (Ontario). Centre d'édition du gouvernement du Canada.
- Campbell, C.A., H.H. Janzen, K. Paustian, E.G. Gregorich, L. Sherrod, B.C. Liang et R.P. Zentner. 2005. « Carbon storage in soils of the North American Great Plains: effect of cropping frequency ». *Agronomy Journal*, 97 : 349-363.
- Chai, L., R. Kröbel, D. MacDonald, S. Bittman, K.A. Beauchemin, H.H. Janzen, S.M. McGinn et A. VanderZaag. 2016. « An ecoregion-specific ammonia emissions inventory of Ontario dairy farming: Mitigation potential of diet and manure management practices ». *Atmospheric Environment* 126:1-14.
- Coote, D.R., B.C. Liang et E.C. Huffman. 2008. *Crop residue burning in Canada*. Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada.
- Desjardins, R.L., E. Pattey, W.N. Smith, D. Worth, B. Grant, R. Srinivasan, J.I. MacPherson et M. Mauder. 2010. « Multiscale estimates of N₂O emissions from agricultural lands ». *Agricultural and Forest Meteorology* 150:817-824.
- Desjardins, R.L., D.E. Worth, R. Srinivasan, E. Pattey, A.C. VanderZaag, M. Mauder, S. Metzger, D. Worth et C. Sweeney. 2018. « The challenge of reconciling bottom-up agricultural methane emissions inventories with top-down measurements ». *Agricultural and Forest Meteorology* 248:48-59.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC. 2006. *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. Vol. 4, Agriculture, foresterie et autres affectations des terres, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Disponible en ligne : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>.
- Gregorich, E.G., P. Rochette, A.J. VandenBygaart et D.A. Angers. 2005. « Greenhouse gas contributions of agricultural soils and potential mitigation practices in eastern Canada ». *Soil & Tillage Research*, 83: 53-72.
- Jambert, C., R. Delmas, D. Serça, L. Thouron, L. Labroue et L. Delprat. 1997. « N₂O and CH₄ emissions from fertilized agricultural soils in southwest France », *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 48: 105-114.
- Janzen, H.H., K.A. Beauchemin, Y. Bruinsma, C.A. Campbell, R.L. Desjardins, B.H. Ellert et E.G. Smith. 2003. « The fate of nitrogen in agroecosystems: an illustration using Canadian estimates », *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 67: 85-102.
- Karimi-Zindashty, Y., J.D. Macdonald, R.L. Desjardins, D. Worth, J.J. Hutchinson, X.P.C. Vergé. 2012. « Sources of uncertainty in the IPCC Tier 2 Canadian livestock model ». *The Journal of Agricultural Science*, 150: 556-559.
- Karimi-Zindashty, Y., J.D. Macdonald, R.L. Desjardins, D. Worth et B.C. Liang. 2014. *Determining the uncertainty in agricultural nitrous oxide emissions for Canada*. Rapport interne. Gatineau (Québec), Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada.
- Liang, B.C., G. Padbury et G. Patterson. 2004a. *Cultivated organic soils in Canada*. Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, Fontaine Building, 200 Sacré-Coeur, Gatineau (Québec).
- Liang, B.C., B.G. McConkey, C.A. Campbell, D. Curtin, G.P. Lafond, S.A. Brandt et A.P. Lafond. 2004b. « Total and labile soil organic nitrogen as influenced by crop rotations and tillage in Canadian prairie soils », *Biology and Fertility of Soils*, 39: 249-257.
- MacDonald, J.D., et B.C. Liang. 2011. *Analysis of Canadian Quantification Methodologies of Greenhouse Gas emissions from Livestock : IPCC Tier 2 Quality Control Documentation 2011 submission*. Rapport interne préparé par la Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, Gatineau (Québec), Canada.
- Malhi, S.S., et R. Lemke. 2007. « Tillage, crop residue and N fertilizer effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality and nitrous oxide gas emissions in a second 4-yr rotation cycle ». *Soil Tillage Research*. 96:269-283.
- Marinier, M., K. Clark et C. Wagner-Riddle. 2004. *Improving Estimates of Methane Emissions Associated with Animal Waste Management Systems in Canada by Adopting an IPCC Tier 2 Methodology*. Rapport final présenté à la Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, par le Department of Land Resource Science. Université de Guelph, Guelph (Ontario).
- Marinier M., K. Clark et C. Wagner-Riddle. 2005. *Determining manure management practices for major domestic animals in Canada*. Rapport final présenté à la Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, par le Department of Land Resource Science, Université de Guelph, Guelph (Ontario), Canada.
- McAllister, T.A., et J. Basarab. 2004. *Examen du rapport intitulé Improving Estimates of Methane Emissions Associated with Enteric Fermentation of Cattle in Canada by Adopting an IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Tier-2 Methodology*. Rapport présenté à la Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, par Agriculture et Agroalimentaire Canada, Lethbridge (Alberta) et le ministère de l'Agriculture de l'Alberta, Lacombe (Alberta).
- McConkey, B.G., C.A. Campbell, R.P. Zentner, F.B. Dyck et F. Selles. 1996. « Long-term tillage effects on spring wheat production on three soil textures in the Brown soil zone », *Canadian Journal of Plant Science*, 76: 747-756.
- McConkey, B.G., B.C. Liang, C.A. Campbell, D. Curtin, A. Moulin, S.A. Brandt et G.P. Lafond. 2003. « Crop rotation and tillage impact on carbon sequestration in Canadian prairie soils », *Soil & Tillage Research*, 74: 81-90.

Mosier, A., C. Kroeze, C. Nevison, O. Oenema, S. Seitzinger et O. van Cleemput. 1998. « Closing the global N₂O budget: nitrous oxide emissions through the agricultural nitrogen cycle ». *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 52: 225–248.

Patni, N., et R. Desjardins. 2004. *Commentaires sur le rapport intitulé Determining Manure Management Practices for Major Domestic Animals in Canada, de Marinier et al.* (2004). Rapport présenté à la Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, par Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ottawa (Ontario).

Rochette, P., D.A. Angers, M.H. Chantigny et N. Bertrand. 2008a. « Nitrous oxide emissions respond differently in a loam and a heavy clay soil ». *Soil Science Society of American Journal*. 72: 1363–1369.

Rochette, P., D.E. Worth, R.L. Lemke, B.G. McConkey, D.J. Pennock, C. Wagner-Riddle et R.L. Desjardins. 2008b. « Estimation of N₂O emissions from agricultural soils in Canada. I. Development of a country-specific methodology », *Canadian Journal of Soil Science* 88: 641–654.

Rochette, P., M.H. Chantigny, N. Ziadi, D.A. Angers, G. Bélanger, E. Charbonneau, D. Pellerin, B.C. Liang et N. Bertrand. 2014. « Soil nitrous oxide emissions after deposition of dairy cow excreta in eastern Canada ». *Journal of Environmental Quality* 43:829–841.

Sheppard, S.C., et S. Bittman. 2011. « Farm survey used to guide estimates of nitrogen intake and ammonia emissions for beef cattle, including early season grazing and phosphorus effects ». *Animal Feed Science and Technology* 166–167: 688–698.

Sheppard, S.C., et S. Bittman. 2012. « Farm practices as they affect NH₃ emissions from beef cattle ». *Canadian Journal of Animal Science* 92(4):525–543.

Sheppard, S.C., S. Bittman et J. Tait. 2009a. « Monthly NH₃ emissions from poultry in 12 Ecoregions of Canada ». *Canadian Journal of Animal Science* 89:21–35.

Sheppard, S.C., S. Bittman, M. Beaulieu et M.I. Sheppard. 2009b. « Ecoregion and farm-size differences in feed and manure nitrogen management: 1. Survey methods and results for poultry ». *Canadian Journal of Animal Science* 89:1–19.

Sheppard, S.C., S. Bittman, M.L. Swift et J. Tait. 2010. « Farm practices survey and modelling to estimate monthly NH₃ emissions from swine production in 12 Ecoregions of Canada ». *Canadian Journal of Animal Science* 90:145–158.

Sheppard, S.C., S. Bittman, M.L. Swift, M. Beaulieu et M.I. Sheppard. 2011a. « Ecoregion and farm size differences in dairy feed and manure nitrogen management: A survey ». *Canadian Journal of Animal Science* 91:459–473.

Sheppard, S.C., S. Bittman, M.L. Swift et J. Tait. 2011b. « Modelling monthly NH₃ emissions from dairy in 12 Ecoregions of Canada ». *Canadian Journal of Animal Science* 91:649–661.

Chapitre 6, Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie

Bailey, A.W. et B.C. Liang. 2013. *Burning of managed grasslands in Alberta, Saskatchewan and British Columbia*. Western Rangeland Consultants Inc., Edmonton (Alberta). Environnement Canada, Division des inventaires et rapports sur les polluants, Gatineau (Québec).

Bruce, J. P., M. Frome, E. Haites, H. Janzen, R. Lal et K. Paustian. 1999. « Carbon sequestration in soils ». *Journal of Soil Water Conservation* 54:382–389.

Campbell, C.A., B.G. McConkey, R.P. Zentner, F. Selles et D. Curtin. 1996. « Long-term effects of tillage and crop rotations on soil organic C and total N in a clay soil in southwestern Saskatchewan ». *Canadian Journal of Soil Science* 76:395–401.

Dyk, A., S. Tinis et D. Leckie. 2011. *Deforestation Area Estimation for Canada : Quality Control Overview*. Rapport interne DRS N-031, Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada. 9 p.

Dyk, A., D. Leckie, S. Tinis et S. Ortlepp. 2015. *Canada's National Deforestation Monitoring System: System Description*. Victoria (Colombie-Britannique). Ressources naturelles Canada, Service canadien de la faune, Centre de foresterie du Pacifique, Victoria (Colombie-Britannique), rapport d'information BC-X-439, 30 p. Disponible en ligne : http://scf.mcan.gc.ca/publications?id=36042&lang=fr_CA.

Dymond, C. 2008. *Overview QAQC Procedures for NIR 2009*. Rapport interne. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts. Victoria (Colombie-Britannique).

Environnement et Changement climatique Canada. 2016. *Sources d'eau : les terres humides*. Disponible en ligne : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eau-aperçu/sources/terres-humides.html>.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC. 2003. *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie*. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Programme relatif aux inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Disponible en ligne : <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf/french/full.pdf>.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC. 2006. *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. Vol. 4, Agriculture, foresterie et autres affectations des terres. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Disponible en ligne : <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/vol4.html>.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC. 2010. *Revisiting the Use of Managed Land as a Proxy for Estimating National Anthropogenic Emissions and Removals*. Eggleston H.S., N. Srivastava, K. Tanabe, J. Baasansuren, dir. de publ. IGES, Japon. Réunion du GIEC à São José dos Campos, Brésil. Disponible en ligne : http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/mtdocs/pdfiles/0905_MLP_Report.pdf.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC. 2014. *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands*. Hiraishi, T., T. Krug, K. Tanabe, N. Srivastava, J. Baasansuren, M. Fukuda, T.G. Troxler (dir. de publ.). Publié par le GIEC (Suisse). Disponible en ligne : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/>.

Groupe de travail national sur les terres humides. 1997. *Le système de classification des terres humides du Canada*. 2^e édition. B.G. Warner et C.D.A. Rubec (dir. de publ.). Waterloo (Ontario). Centre de recherche sur les terres humides, Université de Waterloo. Disponible en ligne : <http://www.wetlandpolicy.ca/canadian-wetland-classification-system/>.

Groupe de travail sur la classification des sols. 1998. *Le système canadien de classification des sols*. 3^e édition. Direction générale de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada, publication no 1646, Presses scientifiques du CNRC.

Huffman T., D. Leckie, M. McGovern, M. Olesen, M. Green, D.A. Hill, T. Rounce, J. Churchill et J. Liu. 2015a. *Integration of multiple spatial datasets in the development of a temporal series of high-accuracy, high-resolution land use maps*. Actes du 35^e symposium EARSeL, Stockholm (Suède), 15-19 juin 2015.

Huffman, T., J. Liu, M. McGovern, B. McConkey et T. Martin. 2015b. « Carbon stock and change from woody biomass on Canada's cropland between 1990 and 2000 ». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 205: 102-111.

Hutchinson, J.J., P. Rochette, X. Verge, R. Desjardins et D. Worth. 2007. *Uncertainties in Methane and Nitrous Oxide Emissions Estimates from Canadian Agroecosystems Using Crystal Ball*. Rapport préliminaire présenté à la Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, par la Direction générale de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Janzen, H.H., C.A. Campbell, E.G. Gregorich et B.H. Ellert. 1997. « Soil carbon dynamics in Canadian agroecosystems ». In R. Lal, J.M. Kimble, R.F. Follett et B.A. Stewart (dir. de publ.). *Soil Processes and Carbon Cycles*, CRC Press, Boca Raton (Floride), États-Unis, p. 57-80.

Janzen, H.H., C.A. Campbell, R.C. Izaurralde, B.H. Ellert, N. Juma, W.B. McGill et R.P. Zentner. 1998. « Management effects on soil C storage on the Canadian prairies ». *Soil & Tillage Research* 47:181-195.

Keys D. 1992. *L'extraction de la tourbe et l'environnement au Canada*. Communication no 1992-3. Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada).

Kull, S.J., G.J. Rampley, S. Morken, J. Metsaranta, E.T. Neilson et W.A. Kurz. 2014. *Modèle du bilan du carbone du secteur forestier canadien (MBC-SFC3) à l'échelle des opérations, version 1.2 : Guide de l'utilisateur*. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Nord, Edmonton (Alberta).

Kurz, W.A., C.C. Dymond, T.M. White, G. Stinson, C.H. Shaw, G.J. Rampley, C. Smyth, B.N. Simpson, E.T. Neilson, J.A. Trofymow, J. Metsaranta et M.J. Apps. 2009. « CBM-CFS3: A model of carbon-dynamics in forestry and land-use change implementing IPCC standards ». *Ecological Modelling* 220:480-504.

Kurz, W.A., S. Hayne, M. Fellows, J.D. MacDonald, J.M. Metsaranta, M. Hafer et D. Blain. 2018. « Quantifying the impacts of human activities on reported greenhouse gas emissions and removals in Canada's managed forest: conceptual framework and implementation ». *Canadian Journal of Forest Research* 48(10):1227-1240. Disponible en ligne : <https://www.nrcresearchpress.com/doi/full/10.1139/cjfr-2018-0176>.

Leckie, D. 2011. *Deforestation Area Estimation Uncertainty for Canada's National Inventory Report Greenhouse Gas Sources and Sinks 2011*. Rapport interne DRS-N-0XX, Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada. 12 p.

Liang, B.C., G. Padbury et G. Patterson. 2004. *Cultivated Organic Soils in Canada*. Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada, Gatineau (Québec).

Liang, B.C., C.A. Campbell, B.G. McConkey, B. Padbury et P. Collas. 2005. « An empirical model for estimating carbon sequestration on the Canadian prairies ». *Canadian Journal of Soil Science* 85:549-556.

Marshall, I.B., et P. Shut. 1999. *Cadre écologique nationale pour le Canada - Aperçu, Direction générale de la science des écosystèmes, Environnement Canada et Direction générale de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada*. Disponible en ligne : <http://sis.agr.gc.ca/siscan/nsdb/ecostrat/1999report/index.html>.

McConkey, B., B.C. Liang, C.A. Campbell, D. Curtin, A. Moulin, S.A. Brandt et G.P. Lafond. 2003. « Crop rotation and tillage impact on carbon sequestration in Canadian prairie soils ». *Soil & Tillage Research* 74:81-90.

McConkey, B.G., A.J. VandenBygaart, J. Hutchinson, T. Huffman et T. Martin. 2007. *Uncertainty Analysis for Carbon Change—Cropland Remaining Cropland*. Rapport présenté à Environnement Canada par la Direction générale de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Metsaranta, J.M., C.H. Shaw, W.A. Kurz, C. Boisvenue, S. Morken. 2017. « Uncertainty of inventory-based estimates of the carbon dynamics of Canada's managed forest (1990-2014) ». *Canadian Journal of Forest Research* 47:1082-1094.

Nowak, D.J., E.J. Greenfield, R.E. Hoehn et E. Lapoint. 2013. « Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States ». *Environmental Pollution* 178:229-236.

Ressources naturelles Canada. RNCAN. 2005a. *Initiative de l'Étude de faisabilité sur le boisement comme mode de piégeage du carbone (EFBMPC) : analyse des politiques de boisement*. Service canadien des forêts.

Ressources naturelles Canada. RNCAN. 2005b. *Programme d'évaluation et de démonstration de plantations (EDP) de Forêt 2020 : analyse des politiques de boisement*. Service canadien des forêts.

Ressources naturelles Canada. RNCAN. 2011. *Peatlands of Canada. Commission géologique du Canada*. Disponible en ligne : <https://geoscan.nrcan.gc.ca/starweb/geoscan/servlet.starweb?path=geoscan/fullf.web&search1=R=288786>.

Ressources naturelles Canada. RNCAN. 2018a. *Statistiques annuelles de la production minérale*. Ressources naturelles Canada. Disponible en ligne : <http://sead.nrcan.gc.ca/prod-prod/ann-ann-fra.aspx>.

Ressources naturelles Canada. RNCAN. 2018b. *L'inventaire forestier national*. Ressources naturelles Canada. Disponible en ligne : http://scf.nrcan.gc.ca/profilstats/inventaire/canada?lang=fr_CA.

Shaw, C.H., A.B. Hilger, J. Metsaranta, W.A. Kurz, F. Eichel, G. Stinson, C. Smyth, M. Filiatrault. 2014. « Evaluation of simulated estimates of forest ecosystem carbon stocks using ground plot data from Canada's National Forest Inventory ». *Ecological Modelling* 272: 323–347.

Stinson, G., W. Kurz, C.E. Smyth, E.T. Neilson, C.C. Dymond, J.M. Metsaranta, C. Boisvenue, G.J. Rampley, Q. Li, T.M. White et D. Blain. 2011. « An inventory-based analysis of Canada's managed forest carbon dynamics, 1990 to 2008 ». *Global Change Biology* 17(6): 2227–2244.

VandenBygaart, A.J., E.G. Gregorich et D.A. Angers. 2003. « Influence of agricultural management on soil organic carbon: A compendium and assessment of Canadian studies ». *Canadian Journal of Soil Science* 83:363–380.

VandenBygaart, A.J., B.G. McConkey, D.A. Angers, W. Smith, H. De Gooijer, M. Benthann et T. Martin. 2008. « Soil carbon change factors for the Canadian agriculture national greenhouse gas inventory ». *Canadian Journal of Soil Science* 88:671–680.

White, T. et C. Dymond. 2008. *NIR 2007 QAQC Report*. Rapport interne. Ottawa (Ontario). Environnement Canada.

ICF Consulting. 2004. *Quantitative Assessment of Uncertainty in Canada's National GHG Inventory Estimates for 2001*. Rapport final présenté à la Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, par ICF Consulting.

Statistique Canada. 2010. *Statistiques sur les aliments*. N° 21 020 X au catalogue. Disponible en ligne : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/21-020-x/2009001/t046-fra.htm> [modifié le 27 mai 2010; consulté en juillet 2018].

Statistique Canada. 2017. *Enquête sur les ménages et l'environnement*. Données non-publiées.

Statistique Canada. Sans date. Tableau 153-0043 – Matières récupérées, selon le type, Canada, provinces et territoires, aux deux ans (tonnes), CANSIM (base de données). Dernière mise à jour le 24 mars 2017. <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=fra&id=1530043&retrLang=fra> (consulté le 4 juillet 2017).

Chapitre 8, Recalculs et mesures d'amélioration

[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*, préparé par le Programme pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara et K. Tanabe (dir. de publ.). IGES, Japon.

Chapitre 7, Déchets

AECOM Canada. 2011. *Improved Methodology for the Estimation of Greenhouse Gases from Canadian Municipal Wastewater Treatment Facilities*.

AECOM Canada. 2012. *Evaluation of Canada's Estimation Methodology of Nitrous Oxide Emissions from Human Sewage*. Rapport final.

[GIEC]. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2000. *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux*. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Programme relatif aux inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Disponible en ligne : http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/french/gp_gaum_fr.html.

[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 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Disponible en ligne : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/index.html>.