Environnement et Changement climatique Canada

Environment and Climate Change Canada

Rapport d'inventaire national 1990-2014 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada

La déclaration du Canada à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques

1990–2014

Partie 1

Canada

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Canada

Vedette principale au titre :

Rapport d'inventaire national 1990–2014 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada

Annuelle

1990/2014

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

Autre edition disponible : National Inventory Report 1990-2014: Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada

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

Ce document est disponible sure le site Web d'Environnement Canada à http://www.ec.gc.ca/ges-ghg/

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 Canada.

II. Division des Inventaires et rapports sur les polluants.

III. Titre.

IV. Titre : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada.

N° de cat. : En81-4F-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

7e étage, édifice Fontaine

200, boulevard Sacré-Cœur

Gatineau (Québec) K1A 0H3

Téléphone : 819-997-2800

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

Courriel : ec.enviroinfo.ec@canada.ca

Photos : © thinkstockphotos.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de l'Environnement et du Changement climatique, 2016

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 Parties visées à l'annexe I doivent présenter à la CCNUCC leur inventaire national de sources et de puits de gaz à effet de serre (GES) au plus tard le 15 avril de chaque année. Le présent document fait partie du rapport annuel d'inventaire du Canada au titre de la Convention.

L'inventaire national des GES de 2016 du Canada est conforme aux exigences des directives révisées de la CCNUCC pour la notification des inventaires nationaux de GES (24/CP.19), qui exigent que les Parties visées à l'annexe I établissent leur inventaire selon les directives méthodologiques de 2006 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Les rapports d'inventaire doivent comprendre des renseignements complets et détaillés sur les inventaires, y compris les dispositions institutionnelles à l'appui de la préparation et tout changement important apporté à la préparation des inventaires ainsi qu'aux procédures de présentation. Les directives de notification des inventaires obligent les Parties à améliorer continuellement la qualité des estimations des émissions et des absorptions nationales et régionales.

Outre la description et l'explication des données d'inventaire et des dispositions nationales, le présent rapport d'inventaire national contient une analyse des tendances des émissions et des absorptions et une description de plusieurs améliorations qui ont été intégrées à la présente édition de l'inventaire ainsi que les recalculs ultérieurs.

Ce rapport est la somme de nombreuses années de travail d'équipe et s'appuie sur les résultats de rapports précédents publiés en 1992, 1994 et annuellement de 1996 à 2015. Les travaux en cours, au Canada comme ailleurs, continueront d'améliorer les estimations et de réduire les incertitudes qui s'y rattachent.

Avril 2016

Directeur,
Division des inventaires et des rapports sur les polluants
Direction de la science et de l'évaluation des risques
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement et Changement climatique Canada
Courriel : ec.ges-ghg.ec@canada.ca

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 2014*, qui ont contribué à améliorer le rapport de cette année.

Sommaire

Warren Baker, Dominique Blain, Ana Blondel, Sandra Bolanos, Corey Flemming, Chia Ha, Shari Hayne, Jason Hickey, Chang Liang, Doug MacDonald, Afshin Matin, Jackie Mercer, Scott McKibbon, Frank Neitzert, Craig Palmer, Lindsay Pratt, Duane Smith, William Schiller, Steve Smyth, My Chau Thai.

Chapitre 1 : Introduction

Dominique Blain, Loretta MacDonald, Jackie Mercer, Erin Crawley, Lindsay Pratt, My Chau Thai.

Chapitre 2 : Tendances des émissions de gaz à effet de serre de 1990 à 2014

Warren Baker, Dominique Blain, Ana Blondel, Sandra Bolanos, Dinora Cabrera, Matthew Critch, Corey Flemming Chia Ha, Shari Hayne, Jason Hickey, Chang Liang, Doug MacDonald, Afshin Matin, Scott McKibbon, Jackie Mercer, Frank Neitzert, Donald Osmun, Craig Palmer, Lindsay Pratt, Duane Smith, Steve Smyth, Kristine Tracey.

Chapitre 3 : Énergie (secteur 1 du CUPR)

Warren Baker, Chia Ha, Jason Hickey, Scott McKibbon, Frank Neitzert, Steve Smyth, Kristine Tracey.

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

Dominique Blain, Dinora Cabrera, Afshin Matin, David Niemi, Donald Osmun, My Chau Thai.

Chapitre 5 : Agriculture (secteur 3 du CUPR)

Corey Flemming, Chang Liang, Doug MacDonald.

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

Ana Blondel, Sandra Bolanos, Shari Hayne, Chang Liang, Doug MacDonald.

Chapitre 7 : Déchets (secteur 5 du CUPR)

Brian Bassit, Dominique Blain, Afshin Matin, Craig Palmer, Donald Osmun.

Chapitre 8 : Recalculs et améliorations

Warren Baker, Dominique Blain, Ana Blondel, Sandra Bolanos, Corey Flemming, Chia Ha, Shari Hayne, Chang Liang, Douglas MacDonald, Afshin Matin, Jackie Mercer, Frank Neitzert, Donald Osmun, Craig Palmer, Lindsay Pratt, Steve Smyth, Kristine Tracey.

Annexes

Youser Al-Ali (annexes 1 et 2)
Warren Baker (annexes 2, 3, 4, 5, 6, 9 et 10)
Ana Blondel (annexes 2, 3, 5 et 9)
Sandra Bolanos (annexes 3 et 5)
Dinora Cabrera (annexes 2, 3, 5 et 6)
Corey Flemming (annexes 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11 et 12)
Angie Giammario (annexes 9 et 11)
Chia Ha (annexes 3, 4, 5, 6, 9, 10 et 11)
Shari Hayne (annexes 2, 3 et 5)
Jason Hickey (annexes 2, 3, 5, 6, 9, 11 et 12)
Chang Liang (annexes 3, 5, 6, 9, 10, 11 et 12)
Doug MacDonald (annexes 2, 3, 5, 9, 10, 11 et 12)
Afshin Matin (annexes 2, 3, 5 et 6)
Scott McKibbon (annexes 3 et 6)
Jackie Mercer (annexe 5 et 6)
Frank Neitzert (annexes 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 et 13)
David Niemi (annexes 3 et 6)
Donald Osmun (annexes 2, 3 et 6)
Craig Palmer (annexes 3, 5, 6)
Lindsay Pratt (annexes 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11 et 12)
Steve Smyth (annexes 1, 2, 3, 5, 9, 10, 11 et 12)
William Schiller (annexes 9 et 11)
annexesMy Chau Thai (annexes 2, 3, 5, 6)
Kristine Tracey (annexes 1, 2, 3, 5, 6, 9, 11, 12 et 13)

La coordination générale du Rapport d'inventaire national a été gérée par Lindsay Pratt et Mona Jennings, avec l'aide de Jackie Mercer. La compilation et la mise en page du rapport ont été effectuées par Mona Jennings avec l'aide de Sodha Poy. Le Bureau de la traduction de Services publics et Approvisionnement Canada (SPAC) a réalisé la révision et la traduction du rapport. Nous remercions particulièrement Jennifer Brebner d'avoir élaboré les pages Web en lien avec cette publication. Warren Baker, avec le soutien d'Ana Blondel, a pour sa part assumé la coordination 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 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 de Joe St. Lawrence, Donna Stephens, Flo Magmanlac, Gwen Harding, Dores Zuccarini, Kristin Loiselle-Lapointe, Sean Fagan, Norman Fyfe, Daniel Scott et Amélie Anger, 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 et à remercier Michael Scrim et Kevin Roberts 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 le secteur de l'agriculture. Nous remercions en particulier Céline Boisvenue, Andrew Dyk, Mark Hafer, Werner Kurz, Don Leckie, Michael Magnan, Juha Metsaranta, Scott Morken, Eric Neilson, Stephanie Ortlepp, Carolyn Smyth et Sally Tinis, du Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada; Darrel Cerkowniak, Ray Desjardins, Ted Huffman, Tim Martin, Brian McConkey, Philippe Rochette, Ward Smith et Devon Worth d'Agriculture et Agroalimentaire Canada; et Mark McGovern et Jon Pasher de la Division des sciences et de la technologie du paysage 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 :

Directeur
Division des inventaires et rapports sur les polluants
Direction des sciences et évaluation des risques
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement et Changement climatique Canada
351, boulevard Saint-Joseph, 7e étage
Gatineau (Québec) K1A 0H3
Courriel : ec.ges-ghg.ec@canada.ca

Table des matières

Avant-propos 1

Remerciements 2

Acronymes, abréviations et unités 6

Sommaire 16

S.1 Introduction 16
S.2 Survol des émissions nationales de GES 17
S.3 Émissions et tendances par secteur du GIEC 19
S.4 Secteurs économiques 24
S.5 Émissions de GES des provinces et des territoires 25
S.6 Dispositions relatives à l'inventaire national 26

Chapitre 1 Introduction 28

1.1. Inventaires des gaz à effet de serre et changements climatiques 28
1.2. Dispositions relatives à l'inventaire national du Canada 31
1.3. Assurance de la qualité, contrôle de la qualité et vérification 35
1.4. Examen de l'inventaire annuel 38
1.5. Méthodologies et sources de données 39
1.6. Catégories clés 40
1.7. Degré d'incertitude de l'inventaire 40
1.8. Évaluation de l'exhaustivité 41

Chapitre 2 Tendances des émissions de gaz à effet de serre 42

2.1. Sommaire des tendances 42
2.2. Tendances des émissions par gaz 45
2.3. Tendances des émissions par catégorie du GIEC 46
2.4. Émissions par secteur économique 66

Chapitre 3 Énergie (secteur 1 du CUPR) 71

3.1. Aperçu 71
3.2. Activités de combustion de combustibles (catégorie 1. A du CUPR) 72
3.3. Émissions fugitives (catégorie 1.B du CUPR) 86
3.4. Transport et stockage du CO_2 (catégorie 1.C du CUPR) 94
3.5. Autres questions 95

Chapitre 4 Procédés industriels et utilisation des produits (secteur 2 du CUPR) 99

4.1. Aperçu 99
4.2. Production de ciment (catégorie 2.A.1 du CUPR) 100
4.3. Production de chaux (catégorie 2.A.2 du CUPR) 102
4.4. Utilisation de produits minéraux (catégories 2.A.3 et 2.A.4 du CUPR) 103
4.5. Production d'ammoniac (catégorie 2.B.1 du CUPR) 107
4.6. Production d'acide nitrique (catégorie 2.B.2 du CUPR) 108
4.7. Production d'acide adipique (catégorie 2.B.3 du CUPR) 109
4.8. Production de carbonate de sodium (Catégorie 2.B.7 du CUPR) 111
4.9. Production de carbure, production pétrochimique et de noir de carbone et production fluorochimique (catégories 2.B.5, 2.B.8 et 2.B.9.a du CUPR) 111
4.10. Production sidérurgique (catégorie 2.C.1 du CUPR) 116
4.11. Production d'aluminium (catégorie 2.C.3 du CUPR) 119

4.12. Production de magnésium (catégorie 2.C.4 du CUPR) 120
4.13. Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant (catégorie 2.D du CUPR) 122
4.14. Industrie électronique (catégories 2.E.1 et 2.E.5 du CUPR) 123
4.15. Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (catégorie 2.F du CUPR, HFC) 126
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 (secteur 2.G du CUPR) 130

Chapitre 5 Agriculture (secteur 4 du CUPR) 133
5.1. Aperçu 133
5.2. Fermentation entérique (catégorie 3.A du CUPR) 135
5.3. Gestion des fumiers (catégorie 3.B du CUPR) 138
5.4. Émissions de N_2O attribuables aux sols agricoles (catégorie 3.D du CUPR) 143
5.5. Émissions de CH_4 et de N_2O attribuables au brûlage des résidus de récolte (catégorie 4.F du CUPR) 155
5.6. Émissions de CO_2 attribuables à l'épandage de chaux (catégorie 3.G du CUPR) 156
5.7. Émissions de CO_2 attribuables à la fertilisation au moyen d'urée (catégorie 3.H du CUPR) 157

Chapitre 6 Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (secteur 4 du CUPR) 158
6.1. Aperçu 158
6.2. Définition des catégories de terres et représentation des terres aménagées 161
6.3. Terres forestières (catégorie 4.A du CUPR) 162
6.4. Produits ligneux récoltés (catégorie 4.G du CUPR) 170
6.5. Terres cultivées (catégorie 4.B du CUPR) 173
6.6. Prairies (catégorie 4.C du CUPR) 181
6.7. Terres humides (catégorie 4.D du CUPR) 182
6.8. Établissements (catégorie 4.E du CUPR) 185
6.9. Conversion des forêts 187

Chapitre 7 Déchets (secteur 5 du CUPR) 191
7.1. Aperçu 191
7.2. Évacuation des déchets solides (catégorie 5.A du CUPR) 192
7.3. Traitement biologique des déchets solides (catégorie 5.B du CUPR) 199
7.4. Incinération et combustion à l'air libre des déchets (catégorie 5.C du CUPR) 200
7.5. Rejet et traitement des eaux usées (catégorie 5.D du CUPR) 204

Chapitre 8 Recalculs et mesures d'amélioration 207
8.1. Incidence des nouveaux calculs sur les niveaux et les tendances des émissions 207
8.2. Améliorations apportées à l'inventaire 210
8.3. Améliorations prévues à l'inventaire 213

Références 218

Acronymes, abréviations et unités

AAC	Agriculture et Agroalimentaire Canada
AAC	Association de l'aluminium du Canada
ACC	Association canadienne du ciment (pour le secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits)
ACÉ	Association canadienne de l'électricité
ACG	Association canadienne du gaz
ACPA	Association canadienne des producteurs d'acier
ACPP	Association canadienne des producteurs pétroliers
AEDT	Aviation Environmental Design Tool (logiciel)
AER	Alberta Energy Regulator (organisme de réglementation de l'Alberta)
AF	article fabriqué
AIA	Association de l'industrie de l'aluminium du Québec
AIE	Agence internationale de l'énergie
Al	aluminium
Al_2O_3	alumine
AOS	azote organique du sol
API	American Petroleum Institute
AQ	assurance de la qualité
ASFC	Agence des services frontaliers du Canada
ATCATF	affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie
B_0	potentiel de production maximale de méthane
BADA	Base of Aircraft Data
BDEEC	*Bulletin sur la disponibilité et l'écoulement d'énergie au Canada*
BNDFFC	Base nationale de données sur les feux de forêt du Canada
BNPP	Bureau national de la prévention de la pollution
C et D	construction et démolition
C	carbone
C_2F_6	hexafluorure de carbone
C_2H_4	éthylène
C_2H_6	éthane
C_3H_8	propane
C_4H_{10}	butane
C_6H_6	benzène
CA	climatisation de l'air
CaC_2	carbure de calcium
$CaCO_3$	carbonate de calcium; calcaire
$CaMg(CO_3)_2$	dolomite (appelé également $CaCO_{3\ MgCO3)}$
CANSIM	principale base de données socioéconomique de Statistique Canada
CanWEA	Association canadienne de l'énergie éolienne
CaO	chaux; chaux vive; chaux calcinée
CAT	changement d'aménagement des terres
CAU	couronne des arbres urbains
CC	consommation de l'anode cuite par tonne d'aluminium
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
$CD_{léger}$	camion léger à moteur diesel
CE	coefficient d'émission
CE_{BASE}	coefficient d'émission de base
CEE-ONU	Commission économique des Nations Unies pour l'Europe
$CE_{léger}$	camion léger à essence
CENDRES	teneur en cendres des fumiers

$Cendres_a$	teneur en cendres des anodes cuites
$Cendres_p$	teneur en cendres du brai
CF_4	tétrafluorure de carbone (tétrafluorurométhane)
CFC	chlorofluorocarbure
CH_3OH	méthanol
CH_4	méthane
$CHCl_3$	chloroforme
CIEEDAC	Centre canadien de données et d'analyse de la consommation finale d'énergie dans l'industrie
CIMC	Conseil de l'industrie de la motocyclette et du cyclomoteur
CMV	chlorure de monomère de vinyle
CO	monoxyde de carbone
CO_2	dioxyde de carbone
COD	carbone organique dégradable (pour le secteur des déchets)
COD	carbone organique dissous (pour le secteur ATCATF)
COD_F	carbone organique dégradable dissimilé
CORINAIR	Core Inventory of Air Emissions in Europe
COS	carbone organique du sol
COVNM	composés organiques volatils non méthaniques
CP	consommation de pâte
CPATLD	Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance
C-PLR	carbone stocké dans les produits ligneux récoltés
CQ	contrôle de la qualité
CRTP	Centre de recherche en technologie pétrolière
CRW	taux d'accroissement du couvert arboré
CSC	captage et stockage du carbone
CSI	Cement Sustainability Initiative
CSi	carbure de silicium
CSL	culture sans labour
CTI	Classification type des industries
CUPR	Cadre uniformisé de présentation de rapports
DBO_5	demande biochimique en oxygène sur cinq jours
DBO_u	demande biochimique en oxygène ultime
DCE	dichlorure d'éthylène
DCO	demande chimique en oxygène
DD	déchets dangereux
DGC	désulfuration des gaz de combustion
DIRP	Division des inventaires et rapports sur les polluants
DJCh	degré-jour de chauffage
DO	distance orthodromique
DPO	décomposition de premier ordre
DSM	déchets solides municipaux
É.-U.	ÉtatsUnis
EB	énergie brute
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
ED	énergie digestible
EDA	élimination des déchets alimentaires
EEE	équipe d'examen composée d'experts
EFBMPC	Étude de faisabilité du boisement comme mode de piégeage du carbone
EIGD	Enquête sur l'industrie de la gestion des déchets
EMEP	Programme européen de surveillance et d'évaluation
EPA	Environmental Protection Agency (États-Unis)
Éq. CO_2	équivalent dioxyde de carbone
Éq.	équivalent

ER	émissions des récoltes
ERCB	Energy Resources Conservation Board
ERS	Economic Research Service (USDA)
EVC	Enquête sur les véhicules au Canada
FAA	Federal Aviation Administration (États-Unis)
FCM	facteur de conversion du méthane (agriculture)
FCM	facteur de correction du méthane (déchets)
FEA	four électrique à arc
FED	fluide d'échappement diesel
FEO	fabricant d'équipement d'origine
FNE	utilisation à des fins non énergétiques
FOB	four à oxygène de base
FOI	organisme suédois de recherche sur la défense
FRD	fer de réduction directe
$F_{TRAVAIL}$	coefficient de rapport pour le travail du sol
g	gramme
GE	gaz d'enfouissement
GES	gaz à effet de serre
Gg	gigagramme
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPL	gaz de pétrole liquéfiés
GRI	Gas Research Institute
Gt	gigatonne
GTIS	Global Trade Information Services
H_2	hydrogène
H_2O	eau
H_2S	sulfure d'hydrogène
ha	hectare
HCFC	hydrochlorofluorocarbure
HCl	acide chlorhydrique
HF	fluorure d'hydrogène
HFC	hydrofluorocarbure
HNO_3	acide nitrique
HQ	Hydro-Québec
HRAI	Institut canadien du chauffage, de la climatisation et de la réfrigération
I/M	inspection et maintenance
IA	inclus ailleurs
IAI	International Aluminium Institute
ICDE	Indicateurs canadiens de la durabilité de l'environnement
ICI	institutionnel, commercial et industriel
ICP	injection de charbon pulvérisé
ICPP	Institut canadien des produits chimiques
ICSBEN	image composite de la superficie brûlée l'échelle nationale
IESO	société indépendante d'exploitation du réseau d'électricité (Ontario)
IFCan	Inventaire national des forêts du Canada
IFN	Inventaire forestier national
Impa	fluor et autres impuretés
IMS	ingestion de matière sèche
INRP	Inventaire national des rejets de polluants
IPC	Industrie des procédés chimiques
K_2CO_3	carbonate de potassium
kg	kilogramme
kha	kilohectare

km	kilomètre
kt	kilotonne
kWh	kilowattheure
L_0	potentiel de production de méthane
LCPE 1999	*Loi canadienne sur la protection de l'environnement*, 1999
LD	lignes directrices
LGN	liquides du gaz naturel
LINEST	fonction d'ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés de Microsoft Excel
LIS	Liste intérieure des substances
LTO	décollage et atterrissage
m	mètre
MBC	modèle du bilan carbone
MBC-SFC3	modèle du bilan du carbone pour le secteur forestier canadien (troisième version)
MC	motocyclette
MEGESA	modèle des émissions de gaz à effet de serre de l'aviation
MEMGES	modèle des émissions de gaz à effet de serre de sources mobiles
Mg	magnésium; également mégagramme
$MgCO_3$	magnésite; carbonate de magnésium
MgO	magnésite; chaux dolomitique
Mha	million d'hectares
mm	millimètre
MMD	masse maximale au décollage
MODTF	Groupe de travail sur la modélisation et les bases de données
mol	mole
MOM	matière organique morte
MOVES	Motor Vehicle Emission Simulator
MR	méthode de référence
MS	matière sèche
MS	méthode sectorielle
MSB	émissions de matière soluble dans le benzène
Mt	mégatonne
MW	mégawatt
N	azote
N/D	non disponible
N_2	azote gazeux
N_2O	oxyde nitreux
N_2O-N	émissions d'oxyde nitreux exprimées en tant qu'émissions d'azote
Na_2CO_3	carbonate de sodium
$Na3AlF_6$	cryolite
NCASI	Conseil national pour l'amélioration de l'air et des cours d'eau
NE	non estimé
NF_3	trifluorure d'azote
NH_3	ammoniac
NH_4^+	ammonium
NH_4NO_3	nitrite d'ammonium
NND	nomenclature de notification de données
NO	monoxyde d'azote
NO_2	dioxyde d'azote
NO_3^-	nitrate
NOC	société Nitrous Oxide of Canada
NO_x	oxydes d'azote
O_2	oxygène
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale

OCED	Organisation de coopération et de développement économiques
OFAC	Office fédéral de l'aviation civile
OMM	Organisation météorologique mondiale
ONE	Office national de l'énergie
OOC	pédo-paysages du Canada
OT	Observation de la Terre
P et P	pâte et papier
P/PE	précipitations/évapotranspiration potentielle
PAN	Plan d'action national
PB	production brute
PCA	principaux contaminants atmosphériques (pour le secteur de l'affectation des terres, des changements d'affectation des terres et de la foresterie)
PCB	pouvoir calorifique brut
PCI	pouvoir calorifique inférieur
PCN	pouvoir calorifique net
PCS	pouvoir calorifique supérieur
PDGES	Programme de déclaration des gaz à effet de serre
PE	protocole d'entente
PFC	perfluorocarbure
PFC	poussières des fours à ciment
PGA	pétrole et gaz naturel en amont
PIB	produit intérieur brut
PIUP	Procédés industriels et utilisation des produits
PJ	pétajoule
PLR	produits ligneux récoltés
PM	production totale d'aluminium
PNBV	poids nominal brut du véhicule
PNDF	Programme national de données sur les forêts
POP	polluant organique persistant
PPR	produit pétrolier raffiné
PRP	potentiel de réchauffement planétaire
PTDE	production, transport et distribution d'électricité
RCNS	réduction catalytique non sélective
RCS	réduction catalytique sélective
RCT	régime de culture et de travail du sol
RIN	Rapport d'inventaire national
RMV	reformage du méthane à la vapeur
RNCan	Ressources naturelles Canada
RTI	Research Triangle Institute
S.O.	sans objet
Sa	teneur en soufre des anodes cuites
SACO	substance appauvrissant la couche d'ozone
SAGE	système d'évaluation des émissions globales de l'aviation
SB/VPL	sables bitumineux et valorisation du pétrole lourd
SBR	styrènebutadiène
Sc	teneur en soufre du coke calciné
SCIAN	Système de classification des industries de l'Amérique du Nord
SF_6	hexafluorure de soufre
SFC	Service canadien des forêts
SGF	facteur de distribution du système de gestion des fumiers
SGF	système de gestion des fumiers
SGH	Søderberg à goujon horizontal
SGV	Søderberg à goujon vertical

SIG	système d'information géographique
SISCan	système d'information sur les sols du Canada
SO_2	dioxyde de soufre
SO_x	oxydes de soufre
Sp	teneur en soufre du brai
SPE	Série de la protection de l'environnement
SSCPR	Système de surveillance, de comptabilisation et de production de rapports
SUPAC	Section de l'utilisation des produits et de l'application de contrôles
SV	solides volatils
t	tonne
TAK	taux d'accumulation de kilométrage
TCC	taux de consommation de carburant
TFTC	terres forestières converties en terres cultivées
TFTF	terres forestières dont la vocation n'a pas changé
TFTH	terres forestières converties en terres humides
TI	travail du sol intensif
TL	teneur moyenne en liant de la pâte
TRS	travail réduit au sol
TWh	térawattheure
UE	Union européenne
UR	unité de rapprochement
USDA	United States Department of Agriculture
VDléger	véhicule léger à moteur diesel
VDlourd	véhicule lourd à moteur diesel
VEléger	véhicule léger à essence
VElourd	véhicule lourd à essence
VKP	véhicule-kilomètre parcouru
VTT	véhicule tout terrain
VUS	véhicule utilitaire sport
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development

Liste des tableaux

Tableau S–1	Tendances des émissions et indicateurs économiques, certaines années	18
Tableau S–2	Émissions de GES du Canada par secteur du GIEC (certaines années)	20
Tableau S–3	Émissions de GES au Canada par secteur économique (certaines années)	24
Tableau S–4	Émissions par province / territoire, pour certaines années	26
Tableau 1–1	Potentiel de réchauffement planétaire (PRP) selon le GIEC	31
Tableau 2–1	Tendances des émissions et indicateurs économiques, certaines années	43
Tableau 2–2	Émissions de GES par province et territoire, certaines années	44
Tableau 2–3	Émissions de GES au Canada par secteur du GIEC (1990–2014)	47
Tableau 2–4	Émissions de GES des sources de combustion fixes, certaines années	48
Tableau 2–5	Émissions de GES de la catégorie des Transports, certaines années	53
Tableau 2–6	Tendances du parc de véhicules au Canada, 1990–2014	54
Tableau 2–7	Émissions de GES de sources fugitives, certaines années	56
Tableau 2–8	Émissions de GES des catégories du PIUP, certaines années	58
Tableau 2–9	Émissions de GES du secteur de l'Agriculture, certaines années	59
Tableau 2–10	Émissions/Absorptions de GES du secteur ATCATF, certaines	62
Tableau 2–11	Émissions de GES du secteur des Déchets, certaines années	65
Tableau 2–12	Détails des tendances des émissions de GES par secteur économique[1]	70
Tableau 3–1	Émissions de GES du secteur de l'énergie, années choisies	71
Tableau 3–2	Changements des émissions de GES dus aux recalculs	72
Tableau 3–3	Émissions de GES du transport aérien intérieur et international	73
Tableau 3–4	Émissions de GES du transport maritime intérieur et international	73
Tableau 3–5	Contribution des industries énergétiques à la production de GES	74
Tableau 3–6	Contribution des industries manufacturières et de la construction à la production de GES	78
Tableau 3–7	Contribution des transports à la production de GES	80
Tableau 3–8	Contribution des autres secteurs à la production de GES	85
Tableau 3–9	Contribution des émissions fugitives de GES	87
Tableau 3–10	Degré d'incertitude associé aux émissions fugitives attribuables au secteur amont du pétrole et du gaz naturel	93
Tableau 3–12	Degré d'incertitude des émissions fugitives du raffinage du pétrol	93
Tableau 3–11	Degré d'incertitude associé aux émissions fugitives attribuables au bitume et aux sables bitumineux	93
Tableau 3–13	Éthanol utilisé pour le transport au Canada	95
Tableau 3–14	Biodiesel utilisé pour le transport au Canada	95
Tableau 3–15	Total du pétrole brut et gaz naturel – production, exportation et tendances des émissions de GES, certaines années	97
Tableau 3–16	Pétrole brut – production, exportation et tendances des émissions de GES, certaines années	97
Tableau 3–17	Gaz naturel – production, exportation et tendances des émissions de GES, certaines années	97
Tableau 3–18	Pétrole brut conventionnel – production, exportation et tendances des émissions de GES, certaines années	98
Tableau 3–19	Pétrole brut non conventionnel – production, exportation et tendances des émissions de GES, certaines années	98
Tableau 4–1	Émissions de GES attribuables au secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits, certaines années	99
Tableau 4–2	Répercussions des nouveaux calculs à la suite des révisions et des améliorations	100
Tableau 4–3	Répartition de la production de chaux dolomitique et de chaux à forte teneur en calcium au Canada (1990-2014)	102
Tableau 4–4	Consommation de calcaire à haute teneur en calcium et de dolomite au Canada	105
Tableau 4–5	Coefficients d'émission typiques de l'industrie de l'acide nitrique	109
Tableau 4–6	Types de combustibles utilisés à des fins non énergétiques dans l'inventaire canadien des GES	122
Tableau 4–7	HFC utilisés au Canada et leur chronologie	126
Tableau 4–8	Pourcentage des pertes de PFC (k) pendant l'assemblage et taux de fuites (x) pour différentes applications	129

Tableau 5–1 Évolution à court et à long terme des émissions de GES provenant du secteur de l'agriculture 134
Tableau 5–2 Résumé quantitatif des recalculs pour le secteur de l'agriculture dans le Rapport d'inventaire national de 2016 135
Tableau 5–3 Résumé qualitatif des révisions des méthodologies, des corrections et des améliorations apportées au rapport du Canada pour 2016 135
Tableau 5–4 Degré d'incertitude des estimations des émissions de CH_4 dues à la fermentation entérique 137
Tableau 5–5 Recalculs des estimations des émissions et leur incidence sur la tendance des émissions et sur les émissions totales des sources agricoles imputables à la fermentation entérique, à la gestion des émissions de CH_4 des fumiers et à la gestion des émissions de N_2O des fumiers 138
Tableau 5–6 Degré d'incertitude des estimations des émissions de CH_4 dues à la gestion des fumiers 140
Tableau 5–7 Estimations de l'incertitude des émissions de N_2O attribuables à la gestion des fumiers et aux sols agricoles 144
Tableau 5–8 Recalculs des estimations des émissions de N_2O et leur incidence sur la tendance des émissions attribuables à l'application d'engrais, à l'épandage de fumiers, à la décomposition des résidus de récolte et aux fumiers des pâturages, grands parcours et enclos 145
Tableau 5–9 Recalculs des estimations des émissions de N_2O et leur incidence sur la tendance des émissions attribuables aux pratiques de conservation, de jachère et d'irrigation 151
Tableau 5–10 Recalculs des estimations des émissions de N_2O et leur incidence sur la tendance des émissions indirectes produites par les sols agricoles, la volatilisation, le redépôt, le lessivage, l'érosion et le ruissellement 154
Tableau 6–1 Estimations des flux nets de GES du secteur ATCATF, certaines années 158
Tableau 6–2 Sommaire des recalculs dans le secteur ATCATF 160
Tableau 6–3 Résumé des changements dans le secteur ATCATF 160
Tableau 6–4 Matrice sur l'affectation des terres et les changements d'affectation des terres pour l'année d'inventaire 2014 (superficie en kha) 163
Tableau 6–5 Bilan des émissions de GES des Terres forestières dont la vocation n'a pas changé par zone de déclaration, 2014 166
Tableau 6–6 Estimations des flux nets annuels de CO_2, de CH_4 et de N_2O des Terres forestières dont la vocation n'a pas changé, délimitées par les 2,5^e et 97,5^e percentiles 167
Tableau 6–7 Stocks de carbone dans le bassin de PLR, et émissions résultant de leur utilisation et de leur élimination 171
Tableau 6–8 Estimations des émissions de CO_2 des produits ligneux récoltés pour 2014, délimitées par les 2,5^e et 97,5^e percentiles 172
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 173
Tableau 6–10 Incertitude associée aux composantes 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 2014 179
Tableau 7–1 Sommaire des émissions de GES du secteur des déchets, certaines années 191
Tableau 7–2 Sommaire des nouveaux calculs relatifs au secteur des déchets, certaines années (kt d'éq. CO_2) 192
Tableau 7–3 Estimations des valeurs de k des sites d'enfouissement de DSM pour chaque province et territoire 195
Tableau 7–4 Potentiel de production de CH_4 (L_0) de 1941 à aujourd'hui 197
Tableau 7–5 Coefficients d'émission de N_2O 205
Tableau 8–1 Sommaire des recalculs du Rapport d'inventaire national de 2016 (à l'exception du secteur ATCATF) 208
Tableau 8–2 Sommaire des recalculs par catégorie 209
Tableau 8–3 Améliorations apportées au RIN du Canada de 2016 211
Tableau 8–4 Sommaire du plan d'amélioration de l'inventaire du Canada 214

Liste des figures

Figure S–1	Ventilation des émissions du Canada par secteur du GIEC (2014)*	17
Figure S–3	Tendances des émissions de GES du Canada (1990 2014), cible de 2020 et cible de 2030	17
Figure S–2	Ventilation des émissions du Canada par GES (2014)*	17
Figure S–4	Tendance indexée des émissions de GES et intensité des émissions de GES (1990-2014)	18
Figure S–5	Émissions de gaz à effet de serre par personne au Canada(1990–2014)	19
Figure S–6	Tendances des émissions de GES du Canada par secteur du GIEC (1990–2014)	19
Figure S–7	Tendances des émissions à court terme, par secteur du GIEC (2005–2014)	21
Figure S–8	Ventilation des émissions du Canada par secteur économique (2014)	24
Figure S–9	Émissions par province en 1990, en 2005 et en 2014	25
Figure 1–1	Variations des températures annuelles au Canada et tendance à long terme, 1948-2014, en °C	28
Figure 1–2	Partenaires et contributeurs dans le cadre des dispositions relatives à l'inventaire national	32
Figure 1–3	Processus de préparation de l'inventaire	34
Figure 1–4	Émissions déclarées par les installations, en pourcentage des émissions industrielles de GES, par province et territoire pour 2014	38
Figure 2–1	Tendances des émissions de GES du Canada (1990-2014), cible de 2020 et cible de 2030	42
Figure 2–2	Tendance indexée des émissions de GES et intensité des émissions de GES (1990–2014)	43
Figure 2–3	Émissions de gaz à effet de serre par personne au Canada (1990–2014)	43
Figure 2–4	Émissions par province en 1990, en 2005 et en 2014	44
Figure 2–5	Tendances des émissions canadiennes de GES, par gaz (1990–2014)	45
Figure 2–6	Tendances des émissions de GES du Canada par secteur du GIEC (1990–2014)	46
Figure 2–7	Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources de combustion fixes (1990–2014)	48
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, 1990–2014 (Mt d'éq CO_2)	49
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, 2005-2014 (Mt d'éq CO_2)	49
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 2014	51
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 2014	51
Figure 2–12	Émissions de GES et degrés-jours de chauffage (DJCh) des sous-catégories Résidentiel et Commercial et institutionnel, 1990-2014	52
Figure 2–13	Tendances des émissions canadiennes de GES attribuables aux transports (1990–2014)	53
Figure 2–14	Facteurs contribuant à la variation des émissions des véhicules légers, 1990-2014 et 2005-2014	55
Figure 2–15	Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources fugitives (1990–2014)	56
Figure 2–16	Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources du secteur PIUP (1990–2014)	57
Figure 2–17	Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources agricoles (1990-2014)	59
Figure 2–18	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 (1990-2014)	60
Figure 2–19	Flux net des émissions du secteur ATCATF par rapport au total des émissions canadiennes, 1990–2014	62
Figure 2–20	Flux net et principales causes des émissions et des absorptions de GES dans le secteur ATCATF, 1990-2014	63
Figure 2–21	Tendances dans les taux annuels de conversion de forêts en terres cultivées, en terres humides et en établissements	64
Figure 2–22	Tendances dans les émissions canadiennes de GES provenant des déchets (1990-2014)	65
Figure 2–23	Proportion des gaz d'enfouissement utilisés par rapport à la quantité de gaz brûlé par torchage	66
Figure 2–24	Intensité des émissions selon le type de source pour le pétrole et le gaz (1990, 2005 et 2014)	69
Figure 3–1	Émissions de GES attribuables à la combustion de combustibles, 1990-2014	72

Figure 6–1	Zones de déclarations aux fins des estimations du secteur ATCATF	163
Figure 6–2	Émissions et absorptions reliées aux Terres forestières	165
Figure 6–3	Émissions comparatives du bassin de PLR selon la méthode de la production et la méthode de l'oxydation immédiate	172
Figure 6–4	Superficies et émissions de CO_2 des terres aménagées pour l'extraction de tourbe, 1990–2014	183
Figure 6–5	Conversions annuelles de superficies forestières, par affectation des terres finale	189
Figure 8–1	Comparaison des tendances des émissions (RIN 2015 par rapport au RIN 2016)	208
Figure 8–2	Explication des variations entre 2013 (dans le rapport antérieur) et 2014 (dans le rapport actuel)	208

Sommaire

S.1 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. Lors de la 15e Conférence des Parties (CDP15) de la CCNUCC en 2009, le Canada s'est engagé à réduire d'ici 2020 ses émissions de gaz à effet de serre (GES) de 17 % par rapport aux niveaux de 2005.[1] 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 COP_{21}, le Canada, de pair avec les pays du monde, a ficelé un accord ambitieux et équilibré en vue de lutter contre les changements climatiques.

Dans son plan pour atteindre son objectif et 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 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 Montréal[2].

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

Ce rapport d'inventaire est présenté conformément aux directives révisées de la CCNUCC pour la notification des inventaires, adoptées par la décision 24/CP.19 lors de la 19e Conférence des Parties tenue à Varsovie en 2013.

Les estimations de l'inventaire de GES portent sur le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), les perfluorocarbures (PFC), les hydrofluorocarbures (HFC), l'hexafluorure de soufre (SF_6) et le trifluorure d'azote (NF_3) dans les cinq secteurs suivants définis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) : énergie; procédés industriels et utilisation des produits; agriculture; déchets; affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (ATCATF). Les estimations des émissions et des absorptions de GES présentées dans l'inventaire des GES du Canada sont réalisées à l'aide de méthodes conformes aux Lignes directrices 2006 du GIEC. 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.

La section S.2 du sommaire résume les toutes dernières données sur les émissions anthropiques nettes de GES au Canada durant la période allant de 1990 à 2014. Elle établit aussi des liens entre ces données et les indicateurs pertinents de l'économie canadienne. La section S.3 décrit les principales tendances des émissions dans chacun des secteurs du GIEC.

Il existe plusieurs méthodes de classification des sources d'émissions de GES. 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 S4, les émissions du Canada sont classées selon les secteurs économiques suivants : pétrole et gaz; électricité; transports; des industries exposées au commerce et intensives en émissions; bâtiments; agriculture; et, déchets et autres. Cette classification est également utilisée pour rendre compte des progrès réalisés par le Canada à l'égard de la cible de 2020[3] dans le rapport annuel *Tendances en matière d'émissions au Canada* (Environnement Canada, 2014a) ainsi que dans les *Points saillants de la sixième communication nationale du Canada et du premier rapport biennal sur les changements climatiques* (Environnement Canada, 2014b). 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.4 contient aussi un sommaire des émissions de GES par secteur économique correspondant à l'information soumise à la CCNUCC.

Le Canada est une fédération qui se compose d'un gouvernement fédéral central, de dix gouvernements provinciaux et de trois gouvernements territoriaux. La section S.5 présente les

1 Veuillez consulter http://unfccc.int/meetings/copenhagen_dec_2009/items/5264.php

2 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.

3 Pour de plus amples renseignements : http://unfccc.int/meetings/copenhagen_dec_2009/items/5264.php.

émissions de GES des 13 administrations infranationales du Canada.

Le rapport annuel d'inventaire du Canada soumis à la CCNUCC est le fruit de près de deux décennies de leçons et d'améliorations. La section S.6 détaille davantage certains éléments du présent document ainsi que les principaux facteurs de préparation.

S.2 Survol des émissions nationales de GES

L'ensemble de données de 2014, le plus récent du présent document, établit à 732 mégatonnes d'équivalent en dioxyde de carbone (Mt d'éq. CO_2[4]) les émissions annuelles totales de GES du Canada, qui ne comprennent pas les estimations relatives au secteur de l'affectation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (ATCATF)[5].

Le secteur de l'énergie (qui englobe les sources de combustion fixes, les transports et les sources fugitives) a produit la majeure partie des émissions totales de GES du Canada en 2014, avec 594 Mt ou 81 % des émissions totales (Figure S–1). Les émissions restantes sont imputables en grande partie au secteur de l'agriculture (8 %) et au secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits (7 %), et, dans une moindre mesure, au secteur des déchets (4 %). Le secteur ATCATF a émis 72 Mt de GES en 2014; ces émissions sont exclues des totaux de l'inventaire national.

4 À moins d'avis contraire, toutes les estimations d'émissions exprimées en Mt représentent des émissions de GES en Mt d'éq. CO_2.

5 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.

Figure S–1 Ventilation des émissions du Canada par secteur du GIEC (2014)*

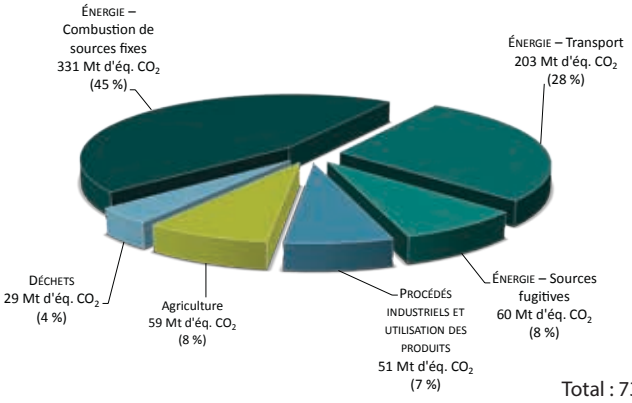
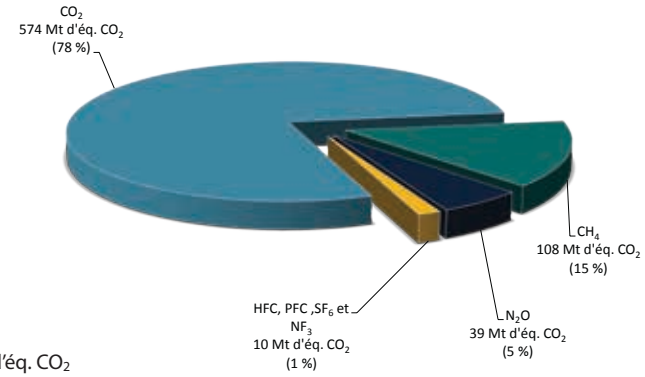


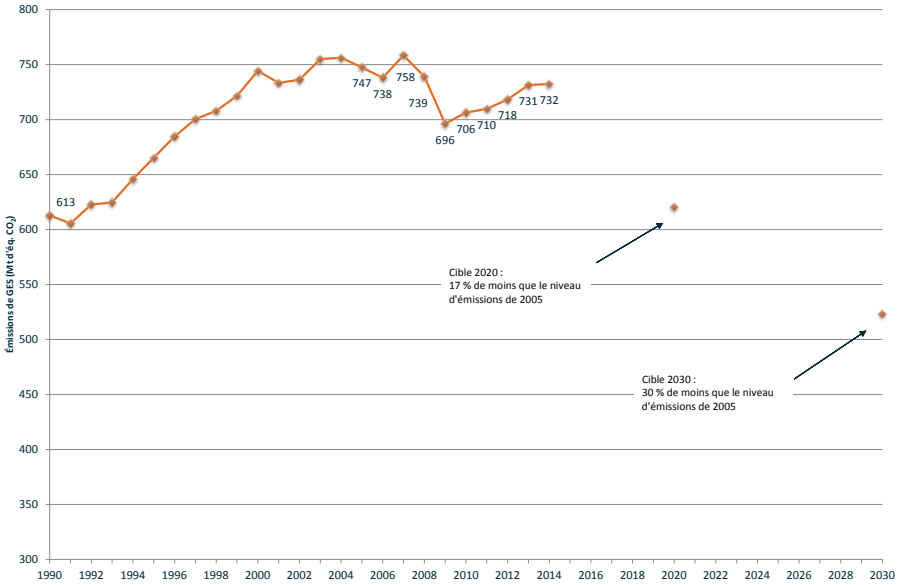
Figure S–2 Ventilation des émissions du Canada par GES (2014)*



Total : 732Mt d'éq. CO_2

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

Figure S–3 Tendances des émissions de GES du Canada (1990 2014), cible de 2020 et cible de 2030



En 2014, le CO_2 représentait 78 % des émissions totales du Canada (Figure S–2). La majeure partie de ces émissions provenait de la combustion de combustibles fossiles. Le CH_4 représentait quant à lui 15 % des émissions totales du Canada et provenait principalement des émissions fugitives des systèmes de traitement du pétrole et du gaz naturel ainsi que de l'élevage du bétail et des sites d'enfouissement. Les émissions d'oxyde d'azote (N_2O) provenant en grande partie de l'aménagement des sols agricoles et du transport comptaient pour 5 % des émissions. Les émissions de gaz synthétiques (HFC, PFC, SF_6 et NF_3) constituaient le reste des émissions (un peu plus de 1 %).

Les émissions canadiennes de 2014 étaient supérieures de 120 Mt (20 %) à celles de 1990, qui étaient de 613 Mt (Figure S–3). Des hausses soutenues des émissions annuelles ont caractérisé les 10 premières années de cette période, avant la fluctuation des niveaux d'émission de 2000 à 2008, une chute prononcée en 2009, et une augmentation graduelle par la suite. De 2005 à 2009, les émissions ont diminué de 51 Mt (6,8 %) et, de 2009 à 2014, elles ont augmenté de 36 Mt (5,2 %), donnant lieu à une diminution globale de 15 Mt de 2005 à 2014.

Bien que les émissions de GES aient augmenté de 20 % depuis 1990, l'économie canadienne a connu une croissance plus rapide durant la même période, son produit intérieur brut (PIB) ayant progressé de 75 %. Cela veut dire que l'intensité des émissions pour toute l'économie (rapport entre les GES et le PIB) a diminué de 32 % (Figure S–4 et Tableau S–1). Au début de la période, les émissions augmentaient presque proportionnellement à la croissance économique, puis les deux tendances ont commencé à diverger en 1995 (Figure S–4). Cette situation est attribuable au remplacement de combustible, à des améliorations de l'efficacité, à la modernisation des procédés industriels et aux changements structurels de l'économie. Ces tendances à long terme ont mené à la réduction continue de l'intensité des émissions depuis la fin des années 1990. La section S.3 fournit de plus amples renseignements sur les tendances des émissions de GES.

Figure S–4 Tendance indexée des émissions de GES et intensité des émissions de GES (1990-2014)

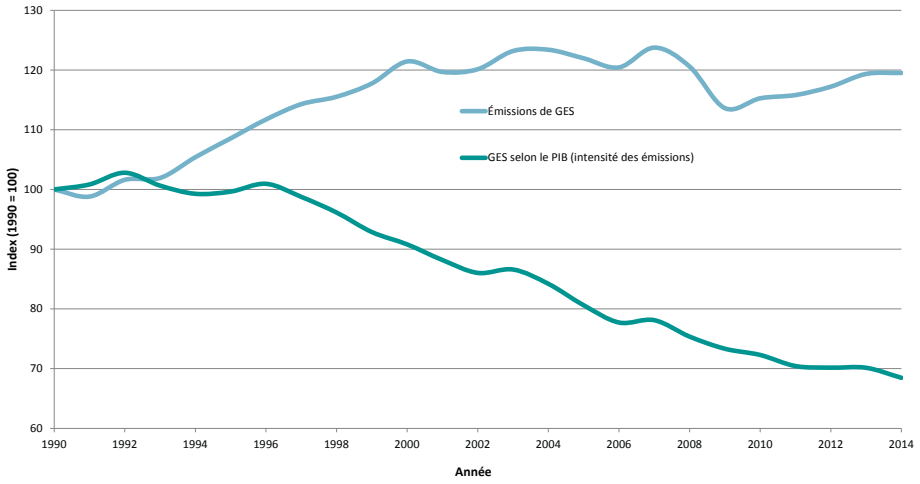
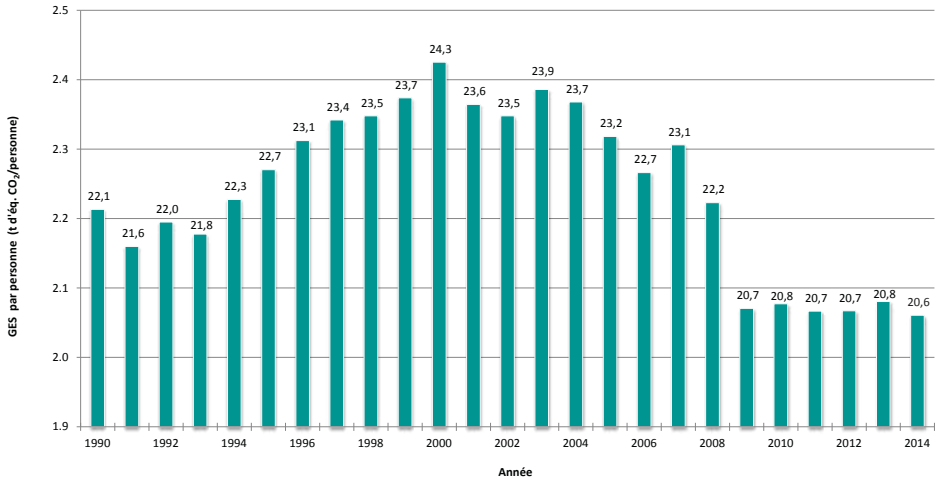


Tableau S–1 Tendances des émissions et indicateurs économiques, certaines années

Année	1990	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total des GES (Mt)	**613**	**747**	**696**	**706**	**710**	**718**	**731**	**732**
Variation depuis 2005 (%)	S.O.	S.O.	-6,8%	-5,5%	-5,0%	-3,9%	-2,1%	-2,0%
Variation depuis 1990 (%)	S.O.	22.0%	13,6%	15,3%	15,8%	17,2%	19,3%	19,5%
PIB (milliards de $ de 2007)	**993**	**1 503**	**1 539**	**1 584**	**1 633**	**1 659**	**1 690**	**1 734**
Variation depuis 2005 (%)	S.O.	S.O.	2,4%	5,4%	8,6%	10,4%	12,4%	15,4%
Variation depuis 1990 (%)	S.O.	51,4%	55,0%	59,5%	64,5%	67,1%	70,2%	74,6%
Intensité des GES (Mt/milliard de $ de PIB)	**0,62**	**0,50**	**0,45**	**0,45**	**0,43**	**0,43**	**0,43**	**0,42**
Variation depuis 2005 (%)	S.O.	S.O.	-9,0%	-10,3%	-12,6%	-12,9%	-13,0%	-15,1%
Variation depuis 1990 (%)	S.O.	-19,4%	-26,7%	-27,7%	-29,6%	-29,8%	-29,9%	-31,6%

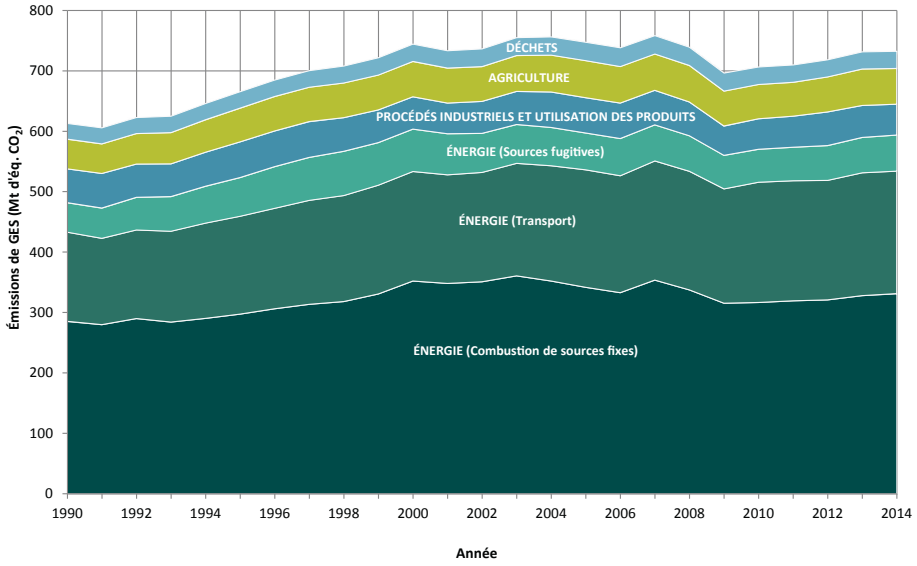
Source des données sur le PIB : Statistique Canada (2015a) Tableau 380-0106 - Produit intérieur brut aux prix constants de 2007, en termes de dépenses annuelles (dollars), base de données CA

Figure S–5 Émissions de gaz à effet de serre par personne au Canada(1990–2014)



Source de données sur la population : Statistique Canada (2015b).

Figure S–6 Tendances des émissions de GES du Canada par secteur du GIEC (1990–2014)



Même si le Canada n'a contribué qu'à environ 1,6 % des émissions mondiales de GES en 2012 (CAIT, 2015), il est un des plus grands émetteurs par habitant. En 1990, les Canadiens ont rejeté 22,1 tonnes (t) de GES par habitant. En 2000, ce chiffre était passé à 24,3 t; cependant, en 2009, il était descendu 20,7 t et depuis il s'est maintenu à des niveaux bas historiques (Figure S–5).

S.3 Émissions et tendances par secteur du GIEC

Tendances globales des émissions

Entre 1990 et 2014, les émissions totales ont crû de 120 Mt (20 %).

Le secteur de l'énergie a dominé la tendance à long terme, avec une hausse de 55 Mt pour les transports, de 46 Mt pour la combustion de sources fixes et de 11 Mt pour les sources fugitives (Tableau S–2). Les secteurs de l'agriculture et des déchets ont également connu des augmentations de 10 Mt (21 %) et de 2 Mt, respectivement. En revanche, au cours de la même période, le

S

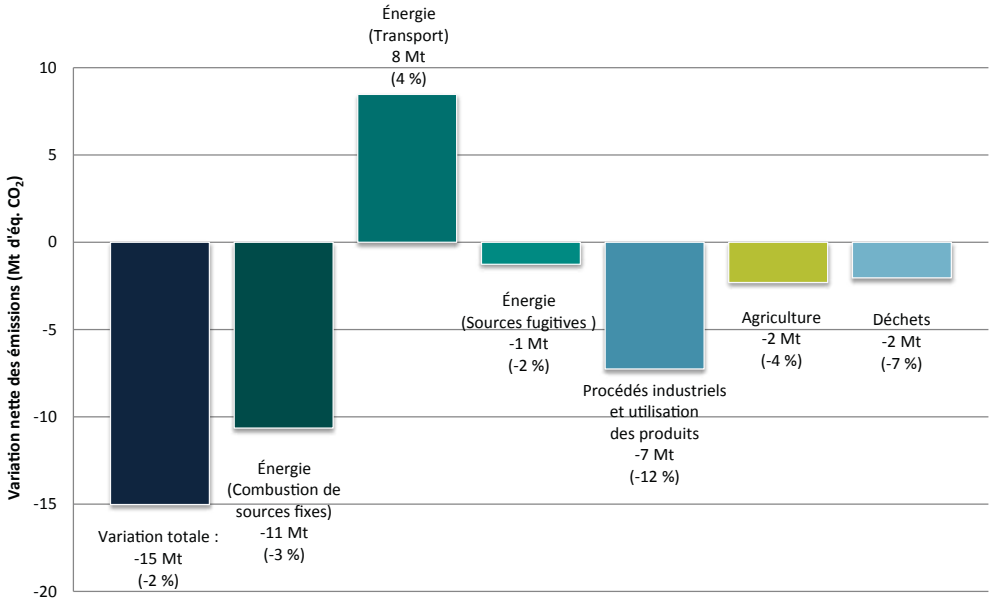
Tableau S–2 Émissions de GES du Canada par secteur du GIEC (certaines années)

Catégories de gaz à effet de serre		1990	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014
		Mt d'équivalent CO_2							
TOTAL[1,2]		**613**	**747**	**696**	**706**	**710**	**718**	**731**	**732**
ENERGIE		**482**	**597**	**560**	**570**	**574**	**576**	**590**	**594**
a.	Sources de combustion fixes	285	342	316	317	320	321	328	331
	Production d'électricité et de chaleur du secteur public	95	124	100	102	95	92	88	86
	Industries de raffinage du pétrole	17	20	19	18	18	19	18	17
	Exploitation et production en amont de pétrole et de gaz	41	68	78	80	82	91	99	101
	Industries manufacturières	56	49	40	41	45	44	45	46
	Construction	2	1	1	2	1	1	1	1
	Commercial et institutionnel	26	32	30	28	30	28	29	31
	Résidentiel	46	45	45	42	46	42	44	46
	Agriculture et foresterie	2	2	3	3	3	4	4	4
b.	Transport	148	195	189	199	199	198	204	203
	Aviation intérieure	7	8	6	6	6	7	8	7
	Transport routier	100	136	140	142	140	141	144	140
	Transport ferroviaire	7	7	5	7	8	8	7	8
	Navigation intérieure	5	6	6	7	6	6	5	5
	Autres	29	38	31	37	39	37	39	43
c.	Sources fugitives	49	61	55	54	55	57	58	60
	Exploitation de la houille	3	1	1	1	1	1	2	1
	Pétrole et gaz naturel	46	59	54	53	54	56	57	58
d.	Transport et stockage du CO_2	-	0	0	0	0	0	0	0
PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DES PRODUITS		**56**	**58**	**48**	**50**	**51**	**56**	**53**	**51**
a.	Produits minéraux	8	10	7	8	8	8	8	8
b.	Industries chimiques	17	9	6	5	6	6	6	6
c.	Production de métaux	24	20	16	16	17	17	15	15
d.	Production et consommation d'halocarbures, de SF_6 et de NF_3	1	6	7	7	8	8	9	9
e.	Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant		12	12	13	12	15	15	13
f.	Fabrication et utilisation d'autres produits		1	0	0	0	1	1	0
AGRICULTURE		**49**	**61**	**58**	**57**	**56**	**58**	**60**	**59**
a.	Fermentation entérique	23	31	27	26	25	25	25	25
b.	Gestion des fumiers	8	10	9	8	8	8	8	8
c.	Sols agricoles[3]	17	19	20	21	20	22	24	23
d.	Chaulage, application d'urée et autres engrais à base de carbone	1	1	2	2	2	2	3	3
DÉCHETS		**26**	**31**	**30**	**29**	**29**	**28**	**28**	**29**
a.	Évacuation des déchets solides	24	28	27	26	26	26	26	26
b.	Traitement biologique des déchets solides	1	1	1	1	1	1	1	1
c.	Traitement et rejet des eaux usées	1	1	1	1	1	1	1	1
d.	Incinération et combustion à l'air libre des déchets	1	1	1	1	1	1	1	1
AFFECTATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE		**-87**	**1**	**-40**	**55**	**69**	**41**	**-30**	**72**
a.	Terres forestières et produits ligneux récoltés	-108	-0	-38	56	71	41	-29	72
b.	Terres cultivées	10	-9	-10	-9	-9	-9	-9	-8
c.	Prairies	1	1	0	0	1	2	1	1
d.	Terres humides	6	4	4	4	4	4	4	3
e.	Établissements	4	4	4	4	4	4	4	4

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.
3. Cette catégorie inclut les émissions provenant du brûlage des résidus agricoles dans les champs.

Les secteurs en gris sont ceux qui ont beaucoup contribué aux tendances, comme l'explique la section S.3.

Figure S–7 Tendances des émissions à court terme, par secteur du GIEC (2005–2014)



secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits a accusé une baisse de 5 Mt.

Le Tableau S–2 donne d'autres détails sur les émissions et absorptions du Canada par secteur du GIEC pour les années 1990, 2000, 2005 et 2009-2014. Des ventilations supplémentaires par sous-secteur et par gaz ainsi qu'une série chronologique complète figurent à l'annexe 9.

Dans l'ensemble, en dépit de la hausse des émissions sur le long terme (entre 1990 et 2014), les émissions canadiennes totales de GES ont baissé de 15 Mt depuis 2005. Au cours de cette période, les émissions de différentes catégories de source ont affiché des profils différents pouvant se contrebalancer. Par exemple, la diminution de 11 Mt des émissions des sources de combustion fixes depuis 2005 a été contrebalancée par une hausse équivalente des émissions du secteur des transports (Figure S–7). De plus, les émissions des secteurs des procédés industriels et de l'utilisation des produits, de l'agriculture et des déchets ont aussi diminué de 7 Mt, 2 Mt et 2 Mt, respectivement, depuis 2005.

Depuis 2009, la tendance croissante des émissions est principalement attribuable à la consommation d'énergie dans les catégories de l'exploitation et de la production de pétrole et de gaz en amont (augmentation de 23 Mt depuis 2009) et des industries manufacturières (augmentation de 6 Mt), à la consommation de carburant diesel par l'équipement mobile hors route (augmentation de 9 Mt), ainsi qu'aux émissions fugitives dans les domaines pétrolier et gazier (augmentation de 4 Mt) (Tableau S–2).

On trouvera au chapitre 2 de plus amples renseignements au sujet des émissions de GES et des facteurs déterminants.

La section cidessous expose en détail les émissions et les tendances dans chaque secteur du GIEC.

Énergie – Émissions de GES en 2014 (594 Mt)

Tendances à court terme

En 2014, les émissions de GES produites par le secteur de l'énergie du GIEC (594 Mt) étaient presque équivalentes à celles de 2005 (597 Mt). Dans le secteur de l'énergie, l'augmentation de 34 Mt des émissions provenant de l'exploitation et de la production de pétrole et de gaz en amont a été contrebalancée par une diminution de 39 Mt des émissions dues à la production d'électricité et de chaleur du secteur public.

La diminution de la production d'énergie à partir de charbon et de pétrole, jumelée à l'augmentation de la production hydroélectrique, nucléaire et éolienne, a été le principal facteur à l'origine de la diminution de 31 % des émissions dues à la production d'électricité entre 2005 et 2014. La fermeture permanente, achevée en 2014, de toutes les centrales électriques alimentées au charbon de l'Ontario a été le facteur déterminant[6]. Cependant, on a observé des variations des émissions durant cette période, en grande partie en raison des changements dans la composition des sources de production d'électricité[7].

6 Communiqué de presse (en anglais seulement) de l'Ontario Power Generation, 15 avril 2014; http://www.opg.com/news-and-media/news-releases/Pages/news-releases.aspx?year=2014 (consulté en janvier 2016).

7 La composition des sources de production d'électricité du nombre d'installations alimentées par des combustibles fossiles, à l'hydroélectricité ainsi que par d'autres sources d'énergie renouvelable et nucléaire. Normalement, seules les sources de combustibles fossiles produisent des émissions nettes de GES.

Les émissions de GES associées aux industries manufacturières ont décliné de 2,9 Mt entre 2005 et 2014, ce qui concorde à la fois avec une baisse de 6 % de la consommation énergétique et au déclin observé de la production[8] par ces industries.

Tendances à long terme

Les tendances à long terme des émissions dues au secteur de l'énergie (1990-2014) montrent une augmentation nette de 112 Mt (23 %). La majeure partie de l'augmentation est attribuable aux sous-secteurs de l'exploitation et de la production en amont de pétrole et de gaz (60 Mt) et du transport routier (41 Mt). Les diminutions d'émissions les plus importantes du secteur de l'énergie ont été observées dans les sous-secteurs des industries manufacturières (10 Mt) et de la production d'électricité et de chaleur du secteur public (9 Mt).

En 2014, les émissions associées à l'exploitation et à la production en amont de pétrole et de gaz s'élevaient à plus du double des valeurs enregistrées en 1990. Cette tendance concorde avec l'augmentation de 91 %, durant la même période, de la production totale de pétrole brut et de gaz naturel essentiellement destinés à l'exportation, laquelle a connu une hausse de plus de 200 %.

La production de pétrole a été principalement dominée par la hausse rapide de l'extraction de bitume et de pétrole brut synthétique des sables bitumineux canadiens. En outre, les émissions de GES par baril dues à la production de pétrole et de gaz sont à la hausse en raison de la complexité de plus en plus grande des méthodes servant à la production de pétrole classique ainsi que de la proportion croissante de pétrole brut synthétique produit à partir des sables bitumineux. Cependant, depuis 2004, l'intensité des émissions attribuables à l'exploitation des sables bitumineux est demeurée relativement fixe.

La majorité des émissions découlant du transport au Canada proviennent du sous-secteur du transport routier, qui a contribué à 74 % de l'augmentation nette des émissions totales de GES attribuables aux transports depuis 1990. La source primaire de cette tendance nette à la hausse des émissions est l'augmentation du parc automobile et du nombre total de véhicules-kilomètres parcourus, malgré une réduction de la moyenne de kilomètres parcourus par véhicule. En outre, comme les véhicules sont de plus en plus efficaces sur le plan énergétique, la hausse de 43 % des émissions depuis 1990 demeure inférieure à la hausse de 47 % du nombre de véhicules-kilomètres parcourus.

Les sources d'émissions les plus importantes dans le domaine du transport routier sont les véhicules légers (de tourisme) et les véhicules lourds au diesel utilisés pour le transport de marchandises. Dans la catégorie des véhicules légers,[9] l'utilisation de véhicules utilitaires sport, de camionnettes et de minifourgonnettes a augmenté beaucoup plus rapidement que l'utilisation de voitures. Or, le taux de consommation de carburant de ces véhicules est généralement plus élevé que celui des voitures, ce qui influe sur les taux d'émission globaux des véhicules légers.

Les émissions des véhicules lourds au diesel (gros camions de transport de marchandises) ont augmenté de 28 Mt (142 %) entre 1990 et 2014. La croissance des émissions correspond à une augmentation considérable de l'utilisation de camions lourds, qui servent principalement à transporter des marchandises d'un centre urbain à un autre (RNCan, 2015). Tout comme pour la catégorie des véhicules légers, les améliorations aux taux de consommation de carburant des véhicules lourds au diesel ont été neutralisées par de fortes hausses du nombre de véhicules-kilomètres parcourus.

Procédés industriels et utilisations des produits – Émissions de GES de 2014 (51 Mt)

Le secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits englobe les émissions de GES non liées à l'énergie issues de sources industrielles comme la calcination du calcaire (CO_2) 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). Depuis 1990, les émissions ont fluctué, atteignant des sommets en 1996 et en 2004. En 2014, les émissions étaient de 9 % (5 Mt) inférieures à celles de 1990 et de 12 % (7 Mt) inférieures à celles de 2005.

Les émissions de la majorité des industries ont diminué en 2008 et 2009 et se sont maintenues à des niveaux similaires depuis. Une exception notable comprend l'augmentation de 3,3 Mt (59 %) des émissions dues à l'utilisation de HFC depuis 2005 ainsi qu'une augmentation continue des émissions dues à l'utilisation non énergétique de combustibles et de solvants.

L'industrie de l'aluminium a enregistré une réduction de 4,5 Mt (43 %) de ses émissions dues aux procédés, malgré une augmentation de sa production de près de 80 % depuis 1990, en grande partie grâce aux technologies anti-émissions mises en œuvre pour réduire les émissions de PFC. La baisse globale de 65 %, entre 1990 et 2014, des émissions de GES provenant des industries de produits chimiques découle principalement de la fermeture, en 2009, d'une usine d'acide adipique en Ontario.

8 Se reporter, par exemple, à Consommation d'énergie du secteur de la fabrication, 2014, Le Quotidien de Statistique Canada, 2 novembre 2015; http://www.statcan.gc.ca/daily-quotidien/151102/dq151102a-fra.htm (consulté le 25 janvier 2016).

9 La catégorie des véhicules légers comprend tous les véhicules et les camions légers, quel que soit le type de carburant utilisé.

Agriculture – Émissions de GES 2014 (59 Mt)

Les émissions directement attribuables à l'élevage du bétail et aux cultures agricoles ont représenté 59 Mt ou 8,0 % des émissions totales de GES du Canada en 2014, soit une hausse de 10 Mt, ou 21 %, depuis 1990. L'agriculture est responsable de 27 % et 70 % des émissions nationales de CH_4 et de N_2O, respectivement. À l'heure actuelle, les émissions associées aux animaux d'élevage représentent 62 % des émissions totales du secteur de l'agriculture.

Les principaux facteurs influant sur la tendance des émissions du secteur de l'agriculture depuis 1990 sont l'augmentation soutenue de l'utilisation d'engrais azotés inorganiques, principalement dans les Prairies, ainsi que l'intensification, l'expansion, puis le déclin de la production dans les élevages de bovins et de porcs.

De 1990 à 2005, les émissions attribuables aux engrais et aux animaux d'élevage ont augmenté de 1,3 et de 12 Mt, respectivement. Depuis 2005, l'utilisation d'engrais a continué d'augmenter, mais à partir de 2011, les populations d'animaux d'élevage ont diminué de façon marquée. En 2014, les émissions ont atteint 59 Mt, les populations d'animaux d'élevage étant demeurées stables depuis 2011, tandis que l'utilisation d'engrais et la production de cultures agricoles ont connu une hausse par rapport à 2011.

Déchets – Émissions de GES 2014 (29 Mt)

Dans le secteur des déchets, la source primaire d'émissions de CH_4 est l'enfouissement des déchets solide; elle constitue environ 91 % des émissions de ce secteur. La majeure partie (environ 84 %) des émissions attribuables à l'enfouissement des déchets solides sont du CH_4 provenant des sites d'enfouissement publics et privés de déchets solides municipaux (DSM). Le reste (environ 16 %) provient des sites d'enfouissement industriels sur place de résidus de bois; cette pratique perd cependant du terrain à mesure que le marché des résidus gagne en importance.

Depuis 1990, les émissions globales attribuables au secteur des déchets ont augmenté de 10 %, surtout en raison des hausses d'émissions des activités d'enfouissement. Les émissions de ce secteur sont considérablement réduites par le captage et la combustion d'un volume croissant de gaz d'enfouissement (GE) dans les sites d'enfouissement. Bien que les émissions de CH_4 produites par l'ensemble des sites d'enfouissement de DSM aient augmenté de 37 %, atteignant ainsi 33 Mt, la quantité de CH_4 captée a augmenté de 134 %, passant à 11 Mt en 2014. De l'ensemble du CH_4 capté, 49 % a été brûlé à des fins de récupération d'énergie; le reste a été brûlé par torchage. Le nombre de sites d'enfouissement pourvus d'un système de collecte des GE augmente rapidement; on en dénombrait 81 au Canada en 2014.

Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie – 2014 (émissions nettes de 72 Mt)

Le secteur affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (ATCATF) inclut les flux 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. Toutes les émissions et absorptions du secteur ATCATF sont exclues des totaux nationaux.

Dans ce secteur, le flux net de GES correspond à la somme nette des quantités de CO_2 émises dans l'atmosphère et retirées de l'atmosphère, et des émissions de gaz autres que le CO_2. En 2014, ce flux net correspondait à des émissions de 72 Mt qui, si elles étaient incluses aux totaux nationaux, augmenteraient d'environ 9,8 % les émissions totales de GES au Canada.

Les tendances relatives aux émissions/absorptions dans le secteur ATCATF sont principalement tributaires des terres forestières et des PLR. Contrairement aux autres estimations de l'inventaire, les émissions et absorptions de GES des terres aménagées au Canada peuvent comprendre de très importants échanges dus à des phénomènes non anthropiques, comme les feux de forêt et les infestations d'insectes dans les terres forestières. Dans les terres forestières, le flux net est dominé par une variabilité interannuelle et des tendances causées par des perturbations naturelles qui masquent l'incidence des activités humaines dans les forêts aménagées. Par exemple, entre 1990 et 2004, l'année où les récoltes ont atteint un sommet, il y a eu une augmentation de 24 % de la quantité de carbone éliminé dans le bois récolté. Depuis, les activités d'exploitation forestière ont connu des baisses significatives pour atteindre, en 2009, leur plus bas niveau en 25 ans, le niveau de 2014 étant toujours de 25 % inférieur au sommet atteint antérieurement. Néanmoins, les effets immédiats et à long terme des grandes perturbations naturelles dans les forêts aménagées, notamment l'infestation du dendroctone du pin ponderosa dans l'Ouest du Canada, vont continuer à dominer la tendance apparente des émissions et des absorptions dans les terres forestières. En 2014, la superficie de forêt brûlée a été beaucoup plus grande qu'en 2013 (1,3 million d'hectares par rapport à 0,5 en 2013), ce qui a donné lieu à des émissions plus élevées dues aux feux de forêt (175 Mt par rapport à 66 Mt en 2013).

Les émissions dues aux PLR varient de 128 Mt en 2009, année de la plus faible récolte, à 160 Mt en 1995 et en 2000, années où la récolte a atteint des sommets. Ces émissions sont principalement influencées par les tendances récentes en matière de récolte forestière, mais aussi par les répercussions à long terme des niveaux de récolte forestière antérieurs à 1990, étant donné qu'une proportion importante des émissions découlent de la décomposition

de produits ligneux de longue durée qui atteignent la fin de leur vie utile, des dizaines d'années après que le bois a été récolté.

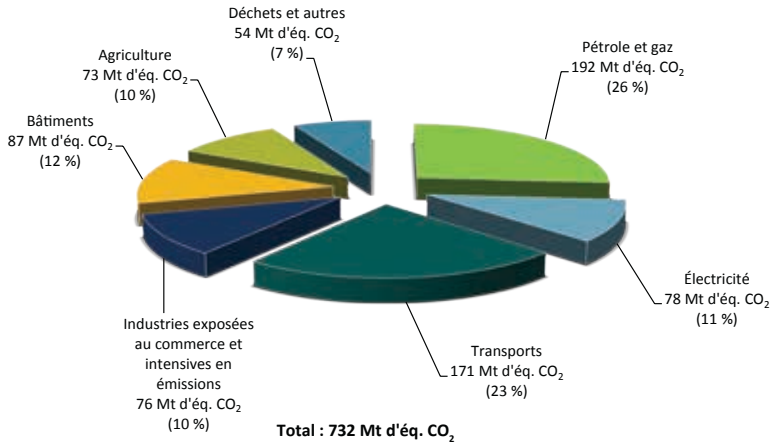
La conversion de forêts à d'autres affectations est une pratique courante, mais qui diminue au Canada. Les forêts sont principalement converties en établissements pour l'extraction de ressources et l'accroissement de la superficie des terres cultivées. Les émissions provenant de la conversion de forêts s'élevaient à 12 Mt en 2014, une diminution par rapport à 19,2 Mt en 1990.

Le flux net des émissions dans la catégorie terres cultivées présente une baisse soutenue pour la période de 1990 à 2006, de 10 Mt en 1990 et des absorptions nettes de 9,9 Mt en 2006. Cette tendance découle des changements apportés aux pratiques d'aménagement des terres, principalement dans l'Ouest canadien, y compris l'adoption de pratiques culturales de conservation du sol (≈ 17 millions d'hectares de terres cultivées depuis 1990), de la réduction des jachères d'été de 81 % ainsi que d'une réduction de la conversion des terres forestières en terres cultivées. Cependant, depuis 2006, les absorptions nettes ont graduellement diminué jusqu'à 8,4 Mt en raison de l'approche de l'équilibre par le sol en tant que puits de carbone et de la hausse observée de la conversion des cultures vivaces en cultures annuelles, une tendance qui concorde avec l'augmentation des émissions de N_2O provenant des cultures agricoles observée dans le secteur agricole.

S.4 Secteurs économiques

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. La Figure S–8 et le Tableau S–3 présentent la ventilation des émissions par secteur économique. En général, on établit le profil complet des émissions d'un secteur économique donné en redistribuant

Figure S–8 Ventilation des émissions du Canada par secteur économique (2014)



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

Tableau S–3 Émissions de GES au Canada par secteur économique (certaines années)

	1990	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014
				Mt d'équivalent CO_2				
TOTAL DES ÉMISSIONS NATIONALES DE GES	**613**	**747**	**696**	**706**	**710**	**718**	**731**	**732**
Pétrole et gaz	107	159	160	162	164	176	187	192
Électricité	95	118	94	95	87	83	80	78
Transports	129	171	168	173	170	171	174	171
Industries exposées au commerce et intensives en émissions[1]	95	88	72	74	79	79	77	76
Bâtiments	73	85	83	81	86	84	85	87
Agriculture	57	70	67	68	69	70	73	73
Déchets et autres[2]	49	48	52	53	53	53	54	54

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

Les estimations présentées ici sont constamment améliorées. La valeur des émissions passées peut être modifiée dans les futurs rapports à la lumière de nouvelles données et en raison du perfectionnement des méthodes et des modèles utilisés. Les nouveaux calculs découlant d'améliorations d'ordre méthodologique sont présentés au chapitre 8; les nouveaux calculs qui résultent de changements aux données sousjacentes sur les activités sont présentés dans les chapitres pertinents au secteur où les changements se sont produits (chapitres 3-7).

1. Le secteur des industries exposées au commerce et intensives en émissions (IECIE) représente les émissions des activités minières (autres que les activités 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. Autres : production de charbon, industrie légère, construction et ressources forestières. .

la proportion relative des émissions associées aux différentes souscatégories 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.

Comme l'indiquent les tendances dans les différents secteurs du GIEC, l'augmentation des émissions de GES entre 1990 et 2014 est attribuable à la croissance des secteurs du pétrole et du gaz et des transports. La production accrue de pétrole brut et le développement de l'industrie des sables bitumineux ont fait augmenter de 85 Mt les émissions du secteur du pétrole et du gaz. Dans le secteur des transports, les changements survenus dans certains sous-secteurs, comme ceux des véhicules lourds et des véhicules légers, ont quant à eux fait monter de 42 Mt les émissions comparativement à 1990. Ces hausses ont été contrebalancées par les diminutions de 17 Mt et de 19 Mt des émissions dans les secteurs de l'électricité et des industries exposées au commerce et intensives en émissions (IECIE), respectivement.

Pour plus renseignements sur les tendances, se reporter au chapitre 2. La partie 3 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 secteurs du GIEC et les secteurs économiques.

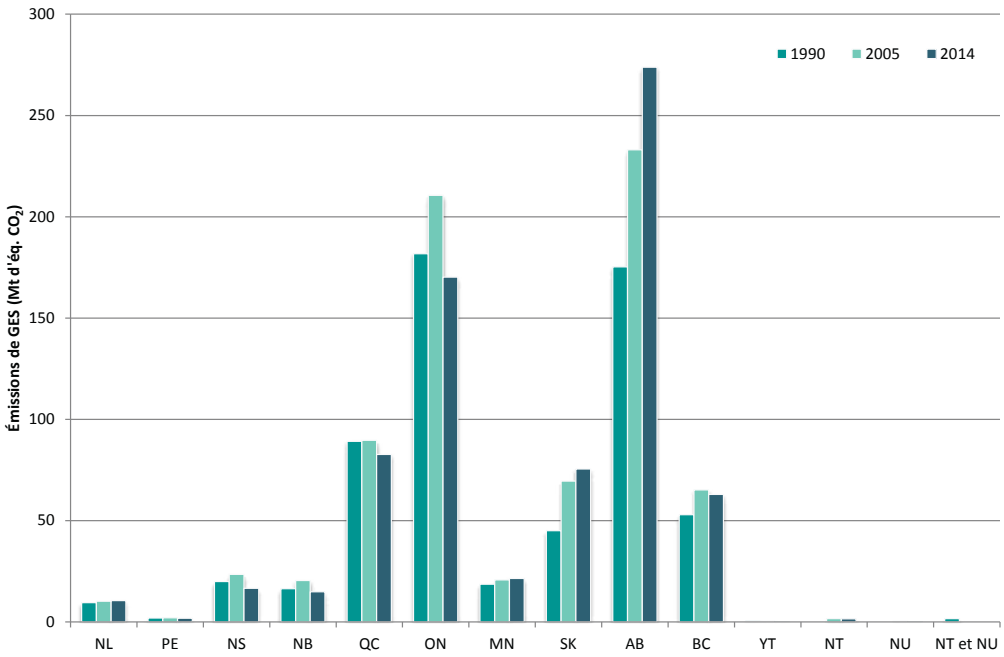
S.5 Émissions de GES des provinces et des territoires

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 provinces dépendant des combustibles fossiles pour leur électricité ont des émissions supérieures à celles dépendant davantage de l'hydroélectricité.

Historiquement, la province de l'Alberta est l'une des plus grandes émettrices de GES; ses émissions sont passées de 233 Mt en 2005 à 274 Mt en 2014 (17 %), en raison surtout de l'accroissement des opérations pétrolières et gazières (Figure S–9). En revanche, les émissions ont diminué de façon soutenue en Ontario depuis 2005 (de 40 Mt ou 19 %), en grande partie grâce à la fermeture de centrales électriques alimentées au charbon.

Le Québec et la Colombie-Britannique, qui sont riches en ressources hydroélectriques, ont des profils d'émissions plus stables au fil du temps. De plus, leurs émissions sont à la baisse depuis 2005 : elles ont diminué de 7,8 % (7,0 Mt) au Québec et de 3,4 % (2,2 Mt) en Colombie-Britannique. Les émissions de la Nouvelle-Écosse, du Nouveau-Brunswick et de l'Île-du-Prince-Édouard ont aussi diminué depuis 2005, en particulier en Nouvelle-Écosse (baisse de 29 %).

Figure S–9 Émissions par province en 1990, en 2005 et en 2014



S

Tableau S–4 Émissions par province / territoire, pour certaines années

	Émissions annuelles (Mt d'équivalent CO_2)								Tendance (%)
Annee	1990	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	1990-2014
Total des GES (Canada)	613	747	696	706	710	718	731	732	20%
NL	9,6	10,2	10,1	10,3	10,3	9,8	9,6	10,6	10%
PE	2,0	2,1	1,9	2,0	2,1	2,1	1,8	1,8	-8%
NS	20	23	21	20	21	19	18	17	-17%
NB	16	20	19	19	19	17	15	15	-9%
QC	89	90	87	82	84	82	83	83	-7%
ON	182	211	171	179	175	171	171	170	-6%
MB	19	21	20	20	19	21	21	21	15%
SK	45	70	70	70	69	72	74	76	68%
AB	175	233	234	242	246	260	272	274	56%
BC	53	65	61	61	61	63	63	63	19%
YT	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	-50%
NT[2]	S.O.	1,7	1,2	1,4	1,4	1,5	1,4	1,5	-
NU[2]	S.O.	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	-
NT & NU[2]	1,6	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	-

Notes :
1. Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.
2. Pour tenir compte de la création du Nunavut en 1999, nous présentons les émissions du Nunavut et des Territoires du Nord-Ouest en deux séries chronologiques distinctes pour la période de 1999 à 2014 et combinées dans un même tableau pour la période allant de 1990 à 1998 (voir l'annexe 11 pour plus d'informations).

Les émissions de la Saskatchewan ont augmenté de 8,6 % (6,0 Mt) entre 2005 et 2014 en raison des activités de l'industrie pétrolière et gazière ainsi que de l'extraction de potasse et d'uranium. Les émissions ont aussi augmenté au Manitoba et à Terre-Neuve-et-Labrador depuis 2005, mais dans une moindre mesure.

S.6 Dispositions relatives 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 ainsi que de la gestion des processus et procédures de soutien. Les dispositions prises par le Canada pour estimer les émissions anthropiques par les sources et les absorptions par les puits de 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 à ses obligations en matière de déclaration.

Les dispositions relatives à l'inventaire reposent sur des dispositions institutionnelles quant à la préparation de l'inventaire, notamment : des accords formels facilitant 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 en vue d'améliorer l'inventaire; 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, qui consistent en des représentations graphiques normalisées de données essentiellement quantitatives, 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 calculs, 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.

Chapitre 1

Introduction

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

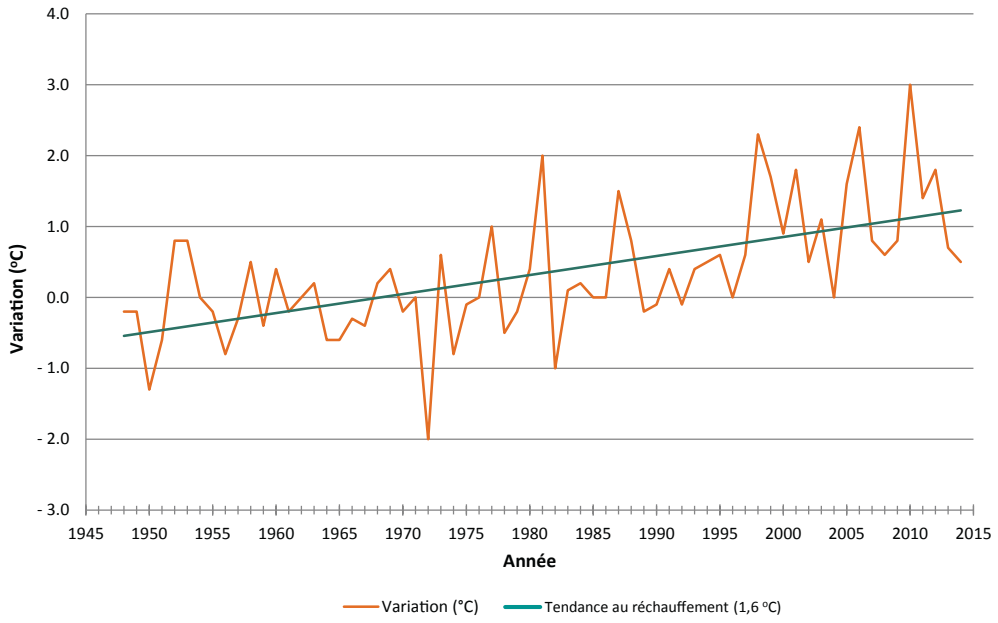
Les changements climatiques sont un des plus importants enjeux environnementaux de notre époque. Il existe un ensemble de preuves très solides, reposant sur une vaste gamme d'indicateurs, selon lequel le climat est en train de changer et le système climatique planétaire se réchauffe. Bien que des processus 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. On emploie généralement cette expression lorsqu'on rend compte des conditions sur de courtes périodes. 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 (CO_2) s'est accrue de 143 %, celle de méthane (CH_4) de 254 % et celle d'oxyde nitreux (N_2O) de 121 % (OMM, 2015). 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).

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 2014 était de 0,5 °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 1,6 °C au cours des 67 dernières années (Environnement Canada, 2015a).

Figure 1–1 Variations des températures annuelles au Canada et tendance à long terme, 1948-2014, en °C



1.1.1. Inventaire des gaz à effet de serre du Canada

En décembre 1992, le Canada a ratifié la Conventioncadre 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 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 régulièrement[1], publier et mettre à la disposition de la Conférence des Parties (CdP) des inventaires nationaux des émissions anthropiques[2] par les sources et des absorptions par les puits de tous les GES non réglementés par le Protocole de Montréal[3], 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 1990-2014. Ce document, y compris les tableaux du Cadre uniformisé de présentation des rapports (CUPR), constitue la présentation de 2016 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 (CO_2), méthane (CH_4), oxyde nitreux (N_2O), perfluorocarbures (PFC), hydrofluorocarbures (HFC), hexafluorure de soufre (SF_6) et trifluorure d'azote (NF_3). 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 (COVNM) et les oxydes de soufre (SO_x).

Dioxyde de carbone (CO_2)

Le CO_2 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 CO_2 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 et de 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 CO_2 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 CO_2 dans l'atmosphère à l'échelle planétaire, mesurées depuis la période préindustrielle (Hengeveld et al., 2005). Les sources anthropiques d'émissions de CO_2 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 (CH_4)

Le CH_4 est un gaz incolore, inodore et inflammable se présentant sous la forme du plus simple hydrocarbure. Le CH_4 est présent dans l'atmosphère terrestre à de faibles concentrations et il agit en tant que gaz à effet de serre. Le CH_4, 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 CH_4 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 rizières) ainsi que par le processus digestif de certains insectes et animaux comme les termites, les moutons et les bovins. Le CH_4 est également libéré à partir de procédés industriels, de l'extraction de combustibles fossiles, des mines de charbon, de la combustion incomplète de combus-

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.

tibles fossiles et de la décomposition des déchets dans les sites d'enfouissement.

Oxyde nitreux (N_2O)

Le N_2O 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 N_2O est le plus souvent produit en chauffant le nitrate d'ammonium (NH_4NO_3). 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 N_2O 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, 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 (SACO), 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 (SF_6)

Le SF_6 est un gaz synthétique incolore, inodore et non toxique (sauf s'il est exposé à des températures extrêmes), et il agit en tant que gaz à effet de serre en raison de sa très grande capacité de rétention de la chaleur. Le SF_6 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 SF_6 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 installations industrielles et des laboratoires.

Trifluorure d'azote (NF_3)

Le NF_3 est un gaz incolore et ininflammable, utilisé dans l'industrie de l'électronique en remplacement des PFC et du SF_6. Il présente un pourcentage de conversion plus élevé en fluor (matière active dans le procédé industriel) que les PFC et le SF_6 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 NF_3 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 NF_3 est aussi utilisé dans les lasers à fluorure d'hydrogène et à 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 radiatif [4] 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 d'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 CO_2. 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 surfaceatmosphère, 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 gaz à effet de serre à retenir la chaleur dans l'atmosphère avec celle du CO_2. Elle permet également de caractériser les émissions de gaz à effet de serre en fonction de la quantité de CO_2 qui serait nécessaire pour produire un effet de réchauffement similaire au cours d'une période donnée. C'est ce qu'on appelle l'équivalent en dioxyde de carbone (ou éq.

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

GEG	Formule	PRP actualisés 100 ans[1]
Dioxyde de carbone	CO_2	1
Méthane[2]	CH_4	25
Oxyde nitreux	N_2O	298
Hexafluorure de soufre	SF_6	22 800
Trifluorure d'azote	NF_3	17 200
Hydrofluorocarbures (HFC)		
HFC-23	CHF_3	14 800
HFC-32	CH_2F_2	675
HFC-41	CH_3F	92
HFC-43-10mee	$CF_3CHFCHFCF_2CF_3$	1 640
HFC-125	CHF_2CF_3	3 500
HFC-134	CHF_2CHF_2	1 100
HFC-134a	CH_2FCF_3	1 430
HFC-143	CH_2FCHF_2	353
HFC-143a	CH_3CF_3	4 470
HFC-152	CH_2FCH_2F	53
HFC-152a	CH_3CHF_2	124
HFC-161	CH_3CH_2F	12
HFC-227ea	CF_3CHFCF_3	3 220
HFC-236cb	$CH_2FCF_2CF_3$	1 340
HFC-236ea	CHF_2CHFCF_3	1 370
HFC-236fa	$CF_3CH_2CF_3$	9 810
HFC-245ca	$CH_2FCF_2CHF_2$	693
HFC-245fa	$CHF_2CH_2CF_3$	1 030
HFC-365mfc	$CH_3CF_2CH_2CF_3$	794
Perfluorocarbures (PFC)		
Perfluorométhane	CF_4	7 390
Perfluoroéthane	C_2F_6	12 200
Perfluoropropane	C_3F_8	8 830
Perfluorobutane	C_4F_{10}	8 860
Perfluorocyclobutane	$c\text{-}C_4F_8$	10 300
Perfluoropentane	C_5F_{12}	9 160
Perfluorohexane	C_6F_{14}	9 300
Perfluorodécaline	$C_{10}F_{18}$	7 500
Perfluorocyclopropane	$c\text{-}C_3F_6$	17 340

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.

CO_2). Pour obtenir cette valeur, on multiplie la quantité de gaz par le PRP qui lui est associé. Cette normalisation en fonction de l'éq. CO_2 permet de quantifier les « émissions nationales totales » exprimées sous forme d'éq. CO_2.

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 (CH_4) 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. CO_2.

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 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
7e étage, 351, boul. St-Joseph
Gatineau QC K1A 0H3

Une description détaillée des fonctions de la Division des inventaires et rapports sur les polluants est présentée dans la section Modalités de préparation de l'inventaire (section 1.2.2) ci-dessous.

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, Environment et Changement climatique Canada a établi et gère tous les aspects relatifs aux dispositions à l'appui de l'inventaire des GES.

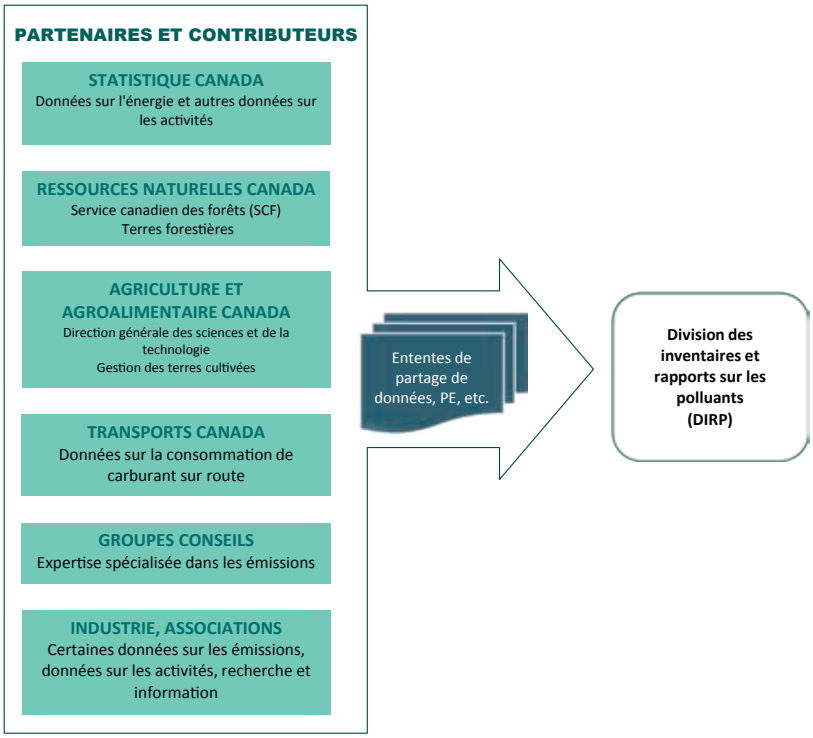
Les sources et les puits de GES sont répartis dans un très vaste éventail de secteurs et d'activités économiques. Conscient de la nécessité de recourir aux meilleures expertises et informations techniques et scientifiques disponibles, Environnement et Changement climatique Canada a défini des rôles et 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) ainsi que Transports Canada; des ententes conclues avec des associations industrielles, des consultants et des universités; et 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.

1.2.1.1. Statistique Canada

Statistique Canada, qui est l'organisme national responsable des statistiques, fournit à Environnement et Changement climatique Canada 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 utilisation des produits. Statistique Canada est chargé de recueillir, de compiler

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



et de diffuser les informations sur le bilan énergétique du Canada dans son *Bulletin sur la disponibilité et 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 l'organisme et le Ministère. Statistique Canada réalise aussi une enquête annuelle sur la consommation industrielle d'énergie (CIE). Les résultats de cette étude complète sur les industries alimentent l'élaboration 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'Environnement Canada (EC), de Ressources naturelles Canada (RNCan) et du Centre canadien de données et d'analyse de la consommation finale d'énergie dans l'industrie (CIEEDAC) 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. On trouve, 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.

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 sur les activités sur les produits pétrochimiques. L'organisme recueille de plus des données sur les activités agricoles (diverses cultures, production agricole et pratiques de gestion) par le biais du *Recensement de l'agriculture*, et fournit 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 RNCan) 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.

Le SCF de RNCan 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. En outre, le secteur des Sciences de la Terre de RNCan favorise 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 il 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 (RNCan) 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 CO_2, les PFC et le SF_6. Une entente similaire a été négociée avec l'Association canadienne de l'électricité pour la fourniture de

données sur les émissions de SF_6 et d'autres données au sujet des systèmes de transport de l'électricité. Environnement et Changement climatique Canada collabore également avec les entreprises de moulage de magnésium et les entreprises spécialisées dans l'importation et la distribution de HFC, pour ce qui est de leurs données annuelles sur les émissions de GES et de leurs données sur les activités.

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.

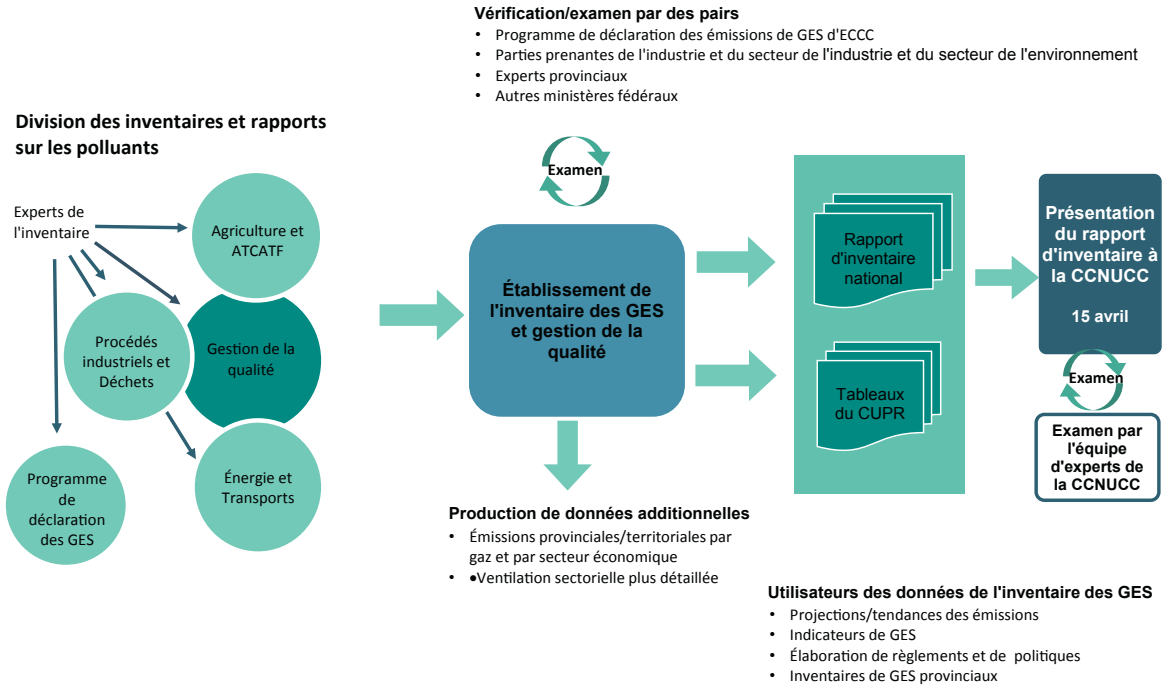
1.2.2. Processus de préparation de l'inventaire

La Division des inventaires et rapports sur les polluants d'Environnement 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 on se propose de changer la méthodologie ou le coefficient d'émission, et celles pour lesquelles on a prévu un examen d'AQ de la méthodologie ou du coefficient d'émission.

Dans les premiers temps du cycle de l'inventaire (de mai à octobre), on amorce 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. Les méthodes sont finalisées avant la fin du mois d'octobre, et le processus de collecte de données est terminé avant la fin du mois de novembre. 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 décembre et en janvier, des estimations préliminaires sont établies par des experts d'inventoriage 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 nationaux

Figure 1–3 Processus de préparation de l'inventaire



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 qu'on y a mis la touche finale, 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, on entend par renseignements confidentiels 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 le secteur des procédés industriels et utilisation des produits, les émissions sont additionnées pour toutes les catégories à l'échelle provinciale afin de protéger les données confidentielles (les émissions issues de la production d'ammoniac, d'acide nitrique et de la production pétrochimique sont additionnées avec celles du secteur des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant à l'échelle provinciale);
- les émissions issues des terres cultivées sont additionnées pour toutes les zones de déclaration, à l'échelle nationale, 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, Statistique Canada examine et approuve le protocole de confidentialité appliqué 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 est documenté dans un manuel sur la qualité, qui 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. On utilise des listes de contrôle normalisées 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, 2015b).

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. On peut documenter les vérifications du contrôle de la qualité de niveau 2 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 sousjacentes 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 sousjacentes, 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. On trouvera des renseignements supplémentaires sur les améliorations apportées à l'inventaire 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 sousensembles 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 activités de vérification suivantes sont effectuées annuellement :

- la comparaison de l'inventaire des GES du Canada avec d'autres inventaires compilés de manière indépendante (p. ex. des inventaires provinciaux ou compilés par des organisations de recherche), d'autres inventaires nationaux, des études documentaires indépendantes ou des résultats d'essais effectués directement par les sources;
- des comparaisons ascendantes des estimations sectorielles avec les données recueillies à l'échelle de chacune des installations dans le cadre du PDGES (le cas échéant).

1.3.4.1. Programme de déclaration des émissions de gaz à effet de serre

En mars 2004, le gouvernement du Canada a créé le Programme de déclaration des émissions de gaz à effet de serre (PDGES) et, en vertu du paragraphe 46(1) de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* (LCPE, 1999), il recueille annuellement les données sur les émissions de GES fournies par les installations. Aux termes de l'avis légal publié chaque année dans la *Gazette du Canada*, les installations qui produisent, au cours d'une année donnée, 50 kt d'équivalent CO_2 ou plus doivent présenter un rapport d'émissions de GES au plus tard le 1er juin de l'année suivante. On accepte les déclarations volontaires des installations dont les émissions de GES sont inférieures au seuil de déclaration.

Les types d'installations qui déclarent leurs émissions de GES au PDGES du Canada sont principalement d'importantes exploitations industrielles :

- les centrales utilisant des combustibles fossiles pour produire de l'électricité, de la chaleur ou de la vapeur;

- les aciéries intégrées;
- les entreprises d'extraction de pétrole et de gaz;
- les installations d'extraction, de fonte et d'affinage de métaux;
- les fabriques de pâtes et papiers et les scieries;
- les raffineries de pétrole;
- les usines de produits chimiques.

On ne prescrit pas de méthode d'estimation particulière; les déclarants peuvent choisir la méthodologie de quantification qui convient le mieux à leur industrie ou à leur fonctionnement. Cependant, les 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 aux plus grandes installations émettrices de GES (industrielles pour la plupart) 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 Web[5] 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 2014 représentent à peine plus du tiers (36 %) des émissions totales de GES du Canada en 2014 (732 Mt) et plus de la moitié (56 %) 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, qui est de 50 kt (Figure 1–4).

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 à partir de statistiques nationales et provinciales. L'information obtenue auprès de ces grandes installations industrielles 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. 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.

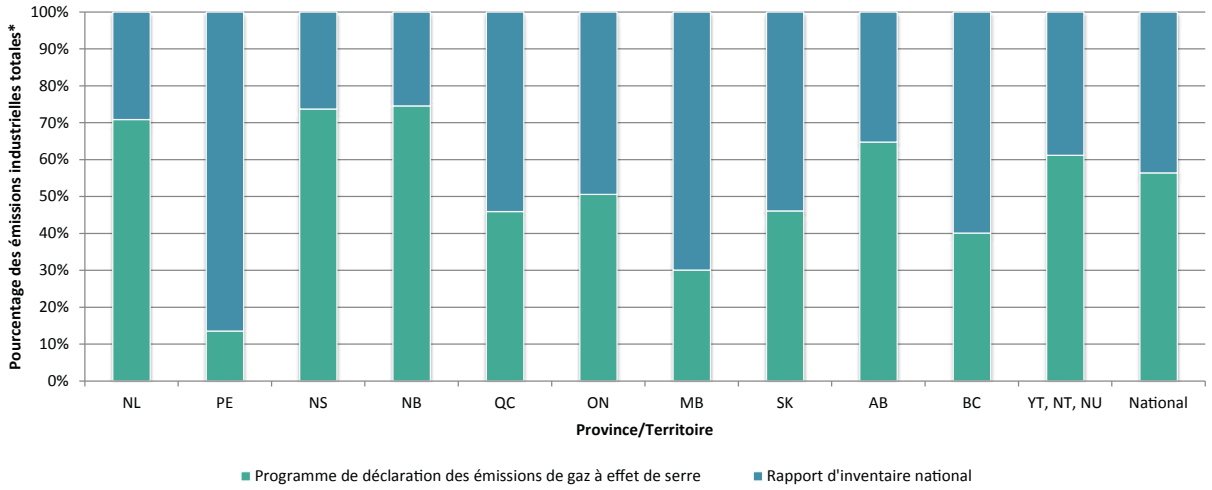
Pour obtenir plus d'information sur les données déclarées par les installations dans le cadre du PDGES d'Environnement et Changement climatique Canada, y compris les variations observées des émissions des installations à court terme et à long terme, veuillez consulter le document intitulé *Programme de déclaration des émissions de gaz à effet de serre par les installations – Aperçu des émissions déclarées pour 2014* (Environnement et Changement climatique Canada, 2016).

1.4. Examen de l'inventaire annuel

Depuis 2003, l'inventaire national des GES du Canada a fait l'objet d'un examen annuel par des équipes d'experts indépendants,

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 2014



* Dans ce rapport sommaire, les émissions de GES industrielles du Canada comprennent les catégories de GES suivantes dans le *Rapport d'inventaire national 1990 2014 : 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.

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 2014[6]. Les rapports d'examen sont publiés en ligne par le Secrétariat de la CCNUCC une fois qu'ils sont finalisés[7]. Au moment de la rédaction du présent RIN, les résultats du dernier examen du Canada n'étaient pas encore disponibles.

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 : CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC, SF_6 et NF_3.

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.

On calcule ou on estime généralement les émissions ou les absorptions 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 ». On a établi des estimations régionales à grande échelle, basées sur des conditions moyennes, 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 détail les méthodes utilisées pour recalculer les estimations et les améliorations apportées à ces méthodes.

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 : http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/inventory_review_reports/items/8452.php.

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 à l'adresse suivante : http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/donnees-data/ap/index.cfm?process=true&sector=&lang=Fr&year=1990-2013&substance=all&location=CA&submit=Submit

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, on peut améliorer la précision et l'exactitude des estimations aux fins de l'inventaire 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 1990-2014, 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 au total national (excluant le secteur ATCATF) sont celles de la combustion de combustibles : la combustion par des sources fixes, les combustibles gazeux, liquides et solides, le transport routier et le transport hors route. Les catégories qui ont la plus forte incidence sur la tendance (dont le secteur ATCATF) sont celles de la combustion de combustibles (combustion par des sources fixes, combustibles gazeux, liquides et solides, transport routier) et de la catégorie ATCATF (terres forestières et terres forestières dont la vocation n'a pas changé).

On trouvera à l'annexe 1 des précisions et les résultats des évaluations des catégories clés.

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. Le calcul de l'incertitude des tendances a été réalisé en excluant 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 ±4 %, ce qui correspond à l'intervalle déclaré auparavant de -3 % à +6 %. Le secteur de l'énergie présentait le plus faible degré d'incertitude, soit ±5 %, tandis que le secteur des déchets présentait le degré d'incertitude le plus élevé, ±41 %. Le secteur des procédés industriels et utilisation des produits et le secteur de l'agriculture présentaient des degrés d'incertitude de ±9 et ±17 %, respectivement.

Les catégories contribuant le plus au degré d'incertitude à l'échelle nationale sont les suivantes :

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).

- Énergie – Combustion de combustibles – transformation des combustibles solides et autres industries de l'énergie, CO_2;
- Déchets – Évacuation des déchets solides – Sites gérés d'évacuation des déchets, CH_4;
- Énergie – Combustion de combustibles – Production d'électricité et de chaleur du secteur public, CO_2;
- Déchets – Évacuation des déchets solides – Sites d'évacuation des déchets n'appartenant à aucune catégorie – Sites d'enfouissement des déchets ligneux, CH_4;
- Énergie – Combustion de combustibles – Autres transports (hors route), N_2O;

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 0,93 %. Par conséquent, l'augmentation totale des émissions depuis 1990 est susceptible à 95 % d'être comprise entre 19,5 % et 21,4 %. Étant donné la grande variabilité interannuelle des estimations du secteur ATCATF, et le fait qu'elle soit due principalement à des facteurs de perturbations naturelles très variables, on n'a pas tenu compte de ce secteur dans l'analyse des incertitudes des tendances relatives aux émissions et aux absorptions de GES anthropiques.

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 négligeables[10].

Dans le cadre du plan d'amélioration du RIN, on travaille constamment à 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 »). On trouvera d'autres précisions sur l'exhaustivité de l'inventaire à l'annexe 5 et 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. CO_2. 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

En 2014, les émissions de gaz à effet de serre (GES) du Canada, excluant celles du secteur Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (ATCATF), s'élevaient à 732 mégatonnes d'équivalent dioxyde de carbone (Mt d'éq. CO_2)[1], soit une hausse nette de 120 Mt (20 %) des émissions totales par rapport au niveau de 1990 (Figure 2–1)[2]. Une augmentation régulière des émissions annuelles a caractérisé les dix premières années de la période, suivie de fluctuations des niveaux entre 2005 et 2008, d'une baisse marquée en 2009 et d'une hausse graduelle par la suite. Les hausses d'émissions observées depuis 2009 peuvent être attribuées à une intensification de la consommation d'énergie dans les catégories Exploitation et production de pétrole et de gaz en amont (24 Mt) et Industries manufacturières (5 Mt), à la consommation de diesel par les véhicules hors route à moteur diesel (9 Mt) et aux émissions fugitives dans la catégorie Pétrole et gaz naturel (4 Mt). Durant la même période, les émissions provenant de la catégorie Production d'électricité et de chaleur du secteur public ont connu une baisse de 15 Mt, qui a partiellement contrebalancé la croissance des émissions. On trouve à la section 2.3 plus de détails sur ces facteurs et sur les autres principaux moteurs de ces tendances.

1 À moins d'indication contraire explicite, toutes les estimations d'émissions exprimées en Mt représentent des émissions de GES en Mt d'éq. CO_2.

2 Tout au long de ce rapport, les données sont présentées sous forme arrondie. Cependant, tous les calculs (y compris les pourcentages) reposent sur les données non arrondies.

2.1.1. Intensité des émissions de GES

Bien que les émissions de GES aient augmenté de 20 % depuis 1990, l'économie canadienne a connu une croissance plus rapide durant la même période, son produit intérieur brut (PIB) ayant progressé de 75 %. Cela veut dire que l'intensité des émissions pour toute l'économie (rapport entre les GES et le PIB) a diminué de 32 % (Figure 2–2, Tableau 2–1). Au début de la période, les émissions augmentaient presque proportionnellement à la croissance économique, puis les deux tendances ont commencé à diverger en 1995 (Figure 2–2). Cette situation est attribuable au remplacement de combustible, à des améliorations de l'efficacité, à la modernisation des procédés industriels et aux changements structurels de l'économie. Ces tendances à long terme ont mené à une réduction continue de l'intensité des émissions depuis la fin des années 1990.

Figure 2–1 Tendances des émissions de GES du Canada (1990-2014), cible de 2020 et cible de 2030

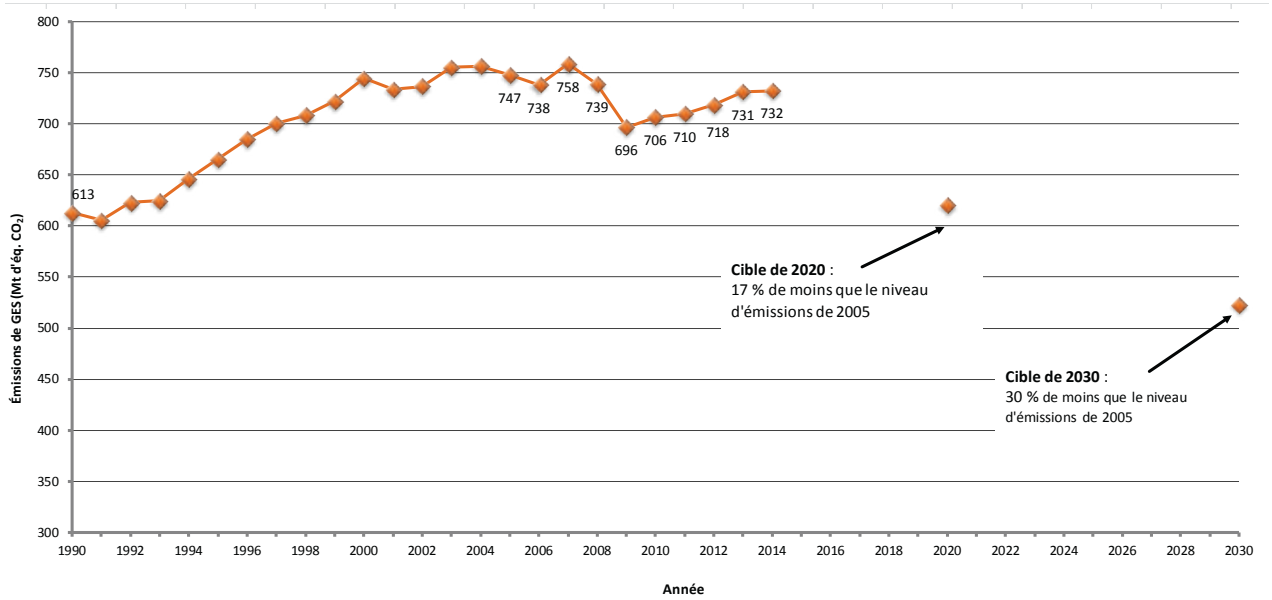
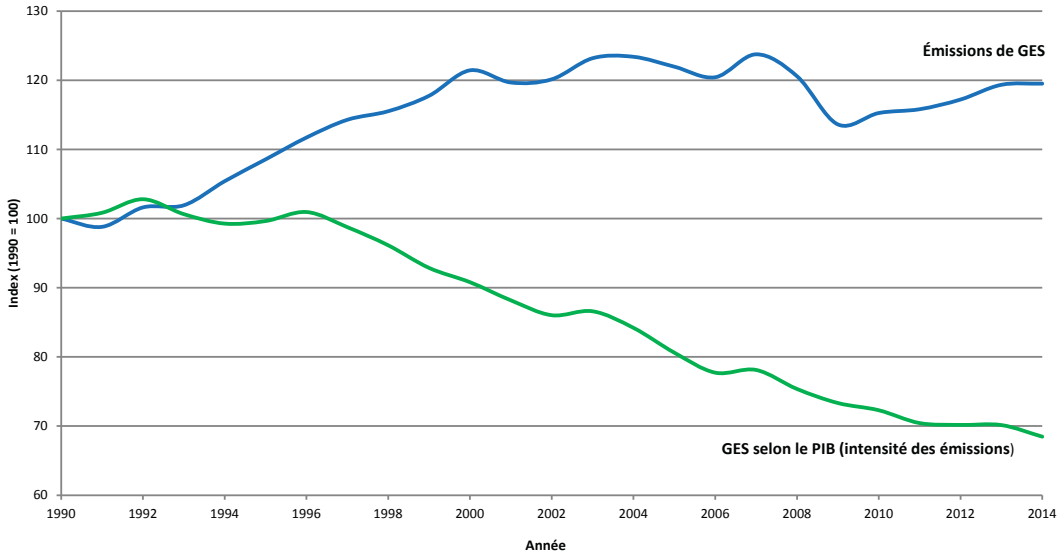


Figure 2–2 Tendance indexée des émissions de GES et intensité des émissions de GES (1990–2014)



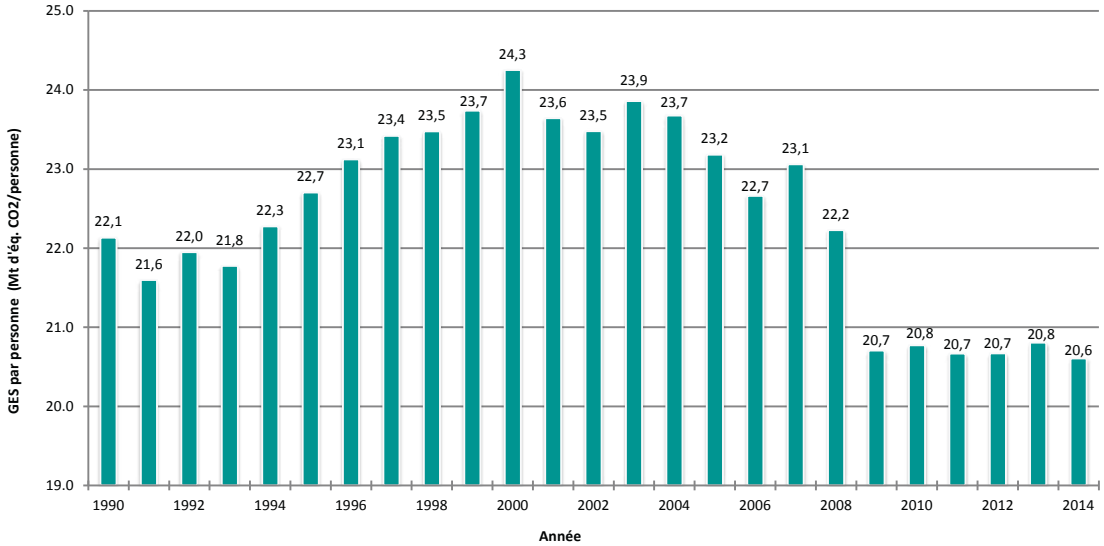
Source de données sur le PIB : Statistique Canada (2015a) Tableau 380-0106 – Produit intérieur brut aux prix constants de 2007, en termes de dépenses annuelles (dollars x 1 000 000), base de données CANSIM

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

Année	1990	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total des GES (Mt)	**613**	**747**	**696**	**706**	**710**	**718**	**731**	**732**
Variation depuis 2005 (%)	S.O.	S.O.	-6,8%	-5,5%	-5,0%	-3,9%	-2,1%	-2,0%
Variation depuis 1990 (%)	S.O.	22,0%	13,6%	15,3%	15,8%	17,2%	19,3%	19,5%
PIB (milliards de $ de 2007)	993	1 503	1 539	1 584	1 633	1 659	1 690	1 734
Variation depuis 2005 (%)	S.O.	S.O.	2,4%	5,4%	8,6%	10,4%	12,4%	15,4%
Variation depuis 1990 (%)	S.O.	51,4%	55,0%	59,5%	64,5%	67,1%	70,2%	74,6%
Intensité des GES (Mt/milliard de $ de PIB)	0,62	0,50	0,45	0,45	0,43	0,43	0,43	0,42
Variation depuis 2005 (%)	S.O.	S.O.	-9,0%	-10,3%	-12,6%	-12,9%	-13,0%	-15,1%
Variation depuis 1990 (%)	S.O.	-19,4%	-26,7%	-27,7%	-29,6%	-29,8%	-29,9%	-31,6%

Source des données sur le PIB : Statistique Canada (2015a) Tableau 380-0106 - Produit intérieur brut aux prix constants de 2007, en termes de dépenses annuelles (dollars), base de données CANSIM)

Figure 2–3 Émissions de gaz à effet de serre par personne au Canada (1990–2014)



2.1.2. Tendances des émissions par habitant

Même si le Canada n'a contribué qu'à environ 1,6 % des émissions mondiales de GES en 2012 (CAIT, 2015), il est un des plus grands émetteurs par habitant. En 1990, chaque Canadien a rejeté 22,1 tonnes (t) de GES. En 2000, ce chiffre était passé à 24,3 t; cependant, en 2009, il était redescendu à 20,7 t et, depuis, il se maintient à des planchers historiques (Figure 2–3).

2.1.3. Tendances des émissions par province/territoire

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 provinces dépendant des combustibles fossiles pour leur électricité ont des émissions supérieures à celles dépendant davantage de l'hydroélectricité.

Historiquement, la province de l'Alberta est l'une des plus grandes émettrices de GES; ses émissions sont passées de 233 Mt en 2005 à 274 Mt en 2014 (17 %), en raison surtout de l'accroissement des opérations pétrolières et gazières (Tableau 2–2). En revanche, les émissions ont diminué de façon soutenue

Figure 2–4 Émissions par province en 1990, en 2005 et en 2014

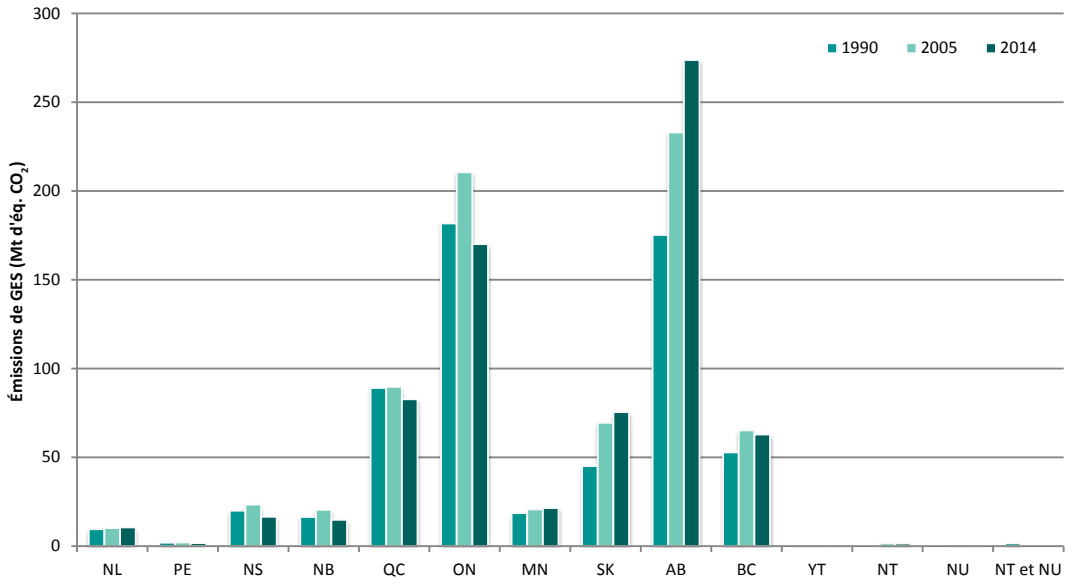


Tableau 2–2 Émissions de GES par province et territoire, certaines années

	Émissions annuelles (Mt d'équivalent CO_2)								Tendance (%)
Année	**1990**	**2005**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**1990-2014**
Total des GES (Canada)	**613**	**747**	**696**	**706**	**710**	**718**	**731**	**732**	**20%**
NL	9,6	10,2	10,1	10,3	10,3	9,8	9,6	10,6	10%
PE	2,0	2,1	1,9	2,0	2,1	2,1	1,8	1,8	-8%
NS	20	23	21	20	21	19	18	17	-17%
NB	16	20	19	19	19	17	15	15	-9%
QC	89	90	87	82	84	82	83	83	-7%
ON	182	211	171	179	175	171	171	170	-6%
MB	19	21	20	20	19	21	21	21	15%
SK	45	70	70	70	69	72	74	76	68%
AB	175	233	234	242	246	260	272	274	56%
BC	53	65	61	61	61	63	63	63	19%
YT	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	-50%
NT[2]	S.O.	1,7	1,2	1,4	1,4	1,5	1,4	1,5	-
NU[2]	S.O.	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	-
NT & NU[2]	1,6	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	-

Notes :
1. Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.
2. Pour tenir compte de la création du Nunavut en 1999, nous présentons les émissions du Nunavut et des Territoires du Nord-Ouest en deux séries chronologiques distinctes pour la période de 1999 à 2014 et combinées dans un même tableau pour la période allant de 1990 à 1998 (voir l'annexe 11 pour plus d'informations).
3. S.O. Sans objet.

en Ontario depuis 2005 (de 40 Mt ou 19 %), en grande partie grâce à la fermeture de centrales électriques alimentées au charbon.

Ailleurs au Canada, les émissions de la Saskatchewan ont augmenté de 8,6 % (6,0 Mt) depuis 2005 en raison des activités de l'industrie pétrolière et gazière, de l'extraction de potasse et 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 (4 % et 3 % respectivement). Le Québec et la Colombie-Britannique, qui sont riches en ressources hydroélectriques, ont des profils d'émissions plus stables au fil de la série chronologique. Les émissions sont à la baisse dans les deux provinces depuis 2005 : de 7,8 % (7,0 Mt) au Québec et de 3,4 % (2,2 Mt) en Colombie-Britannique. Les émissions de la Nouvelle-Écosse, du Nouveau-Brunswick et de l'Île-du-Prince-Édouard ont aussi diminué depuis 2005, en particulier en Nouvelle-Écosse (baisse de 29 %).

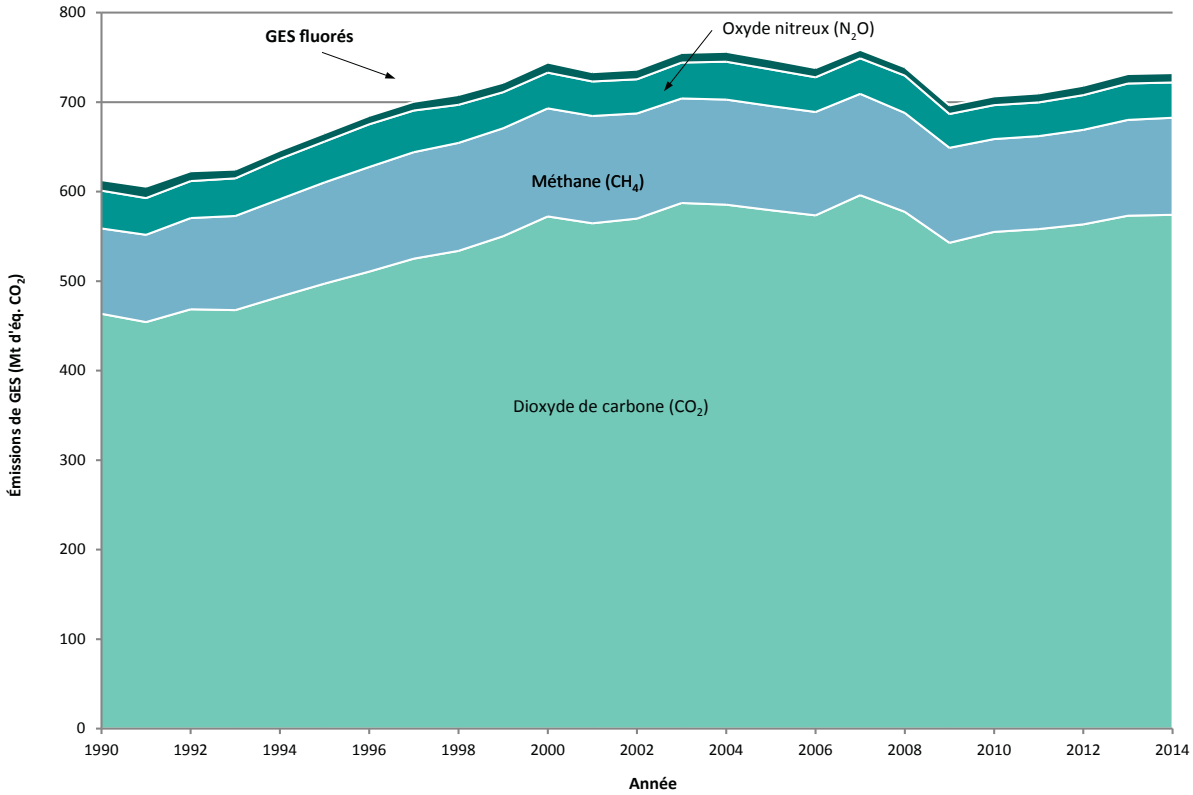
2.2. Tendances des émissions par gaz

Le profil d'émissions du Canada est similaire à celui de la majorité des pays industrialisés. Le dioxyde de carbone (CO_2) est le gaz qui contribue le plus aux émissions de GES du Canada, soit 574 Mt en 2014, une hausse de 111 Mt (24 %) par rapport aux 463 Mt de 1990. La majeure partie des émissions canadiennes de CO_2 proviennent de la combustion de combustibles fossiles. La contribution relative du CO_2 au profil des émissions totales du Canada n'a que peu varié entre 1990 et 2014 (76 % contre 78 % respectivement) (Figure 2–5).

Les émissions de méthane (CH_4) en 2014 totalisaient 108 Mt, soit 15 % des émissions totales du Canada. Elles provenaient principalement des émissions fugitives des systèmes de traitement du pétrole et du gaz naturel (45 % à 50 % des émissions totales de CH_4), de l'agriculture (26 % à 30 % des émissions totales de CH_4) et des sites d'enfouissement (24 % à 26 % des émissions totales de CH_4). À l'échelle nationale, les émissions de CH_4) ont crû de 14 % (13 Mt) depuis 1990, en bonne partie à cause de la mise en valeur des ressources pétrolières, bien que les émissions aient également augmenté pour toutes les sources de CH_4.

Les émissions d'oxyde nitreux (N_2O), attribuables à des activités telles que la gestion des sols agricoles et les transports, représentaient 5 % (ou 39 Mt) des émissions canadiennes en 2014, en baisse de 7 % (3 Mt) par rapport à 1990. Depuis 1990, l'arrêt de la production d'acide adipique au Canada a fait chuter de 10 Mt les émissions de N_2O dans la catégorie Procédés industriels et utilisation de produits. En même temps, des hausses dans l'épandage

Figure 2–5 Tendances des émissions canadiennes de GES, par gaz (1990–2014)



Note : Les GES fluorés comprennent les HFC, les PFC, le SF_6 et le NF_3.

d'engrais et dans les émissions animales ont fait croître de 30 % (6 Mt) les émissions dans le secteur de l'Agriculture. C'est pourquoi l'agriculture était responsable en 2014 de 70 % des émissions nationales de N_2O, contre 50 % en 1990.

Ensemble, les perfluorocarbures (PFC), l'hexafluorure de soufre (SF_6), les hydrofluorocarbures (HFC) et le trifluorure d'azote (NF_3) représentaient 10 Mt, ou un peu plus de 1 % des émissions canadiennes en 2014. Entre 1990 et 2014, les émissions de HFC ont augmenté de 8,1 Mt (830 %), tandis que les émissions de PFC et de SF_6 ont diminué de 6,5 Mt (85 %) et 2,9 Mt (89 %) respectivement. Le remplacement par les HFC des substances appauvrissant l'ozone, pour la réfrigération et le conditionnement d'air, explique l'augmentation des émissions de HFC.

2.3. Tendances des émissions par catégorie du GIEC

Le secteur de l'Énergie (qui comprend les sources de combustion fixes, les transports et les sources fugitives) était responsable de la majorité des émissions totales du Canada en 2014, soit 81 % ou 594 Mt. Le reste des émissions provenaient principalement du secteur Agriculture (8 %) et du secteur Procédés industriels et utilisation de produits (PIUP) (7 %), avec une contribution mineure du secteur Déchets (4 %). Le secteur ATCATF a émis 72 Mt en 2014; en conformité avec les directives de la CCNUCC pour la notification des inventaires, ces émissions sont exclues du total des inventaires nationaux.

Dans la période 1990–2014, les émissions totales ont crû de 120 Mt, soit 20 %. Le secteur de l'énergie dominait la tendance à long terme avec des hausses de 55 Mt (37 %) pour les transports, de 46 Mt (16 %) pour les sources de combustion fixes et de 11 Mt (22 %) pour les sources fugitives. Durant la même période, les secteurs de l'agriculture et des déchets ont vu leurs émissions croître de 10 Mt (21 %) et de 2 Mt (10 %) respectivement, tandis que le secteur PIUP a connu une baisse de 5 Mt (9 %) (Figure 2–6 et Tableau 2–3).

Plusieurs sources d'émissions, sans contribuer pour beaucoup aux émissions globales du Canada, ont connu des changements marqués depuis 1990. Citons notamment une hausse de 826 % (ou 8,1 Mt) pour la production et la consommation d'halocarbures, de SF_6 et de NF_3, une hausse de 161 % (8,1 Mt) pour les produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant, une hausse de 111 % (1,3 Mt) pour le chaulage, application d'urée et autres engrais carbonés, et une baisse de 79 % (0,18 Mt) pour l'incinération des résidus agricoles dans les champs.

Figure 2–6 Tendances des émissions de GES du Canada par secteur du GIEC (1990–2014)

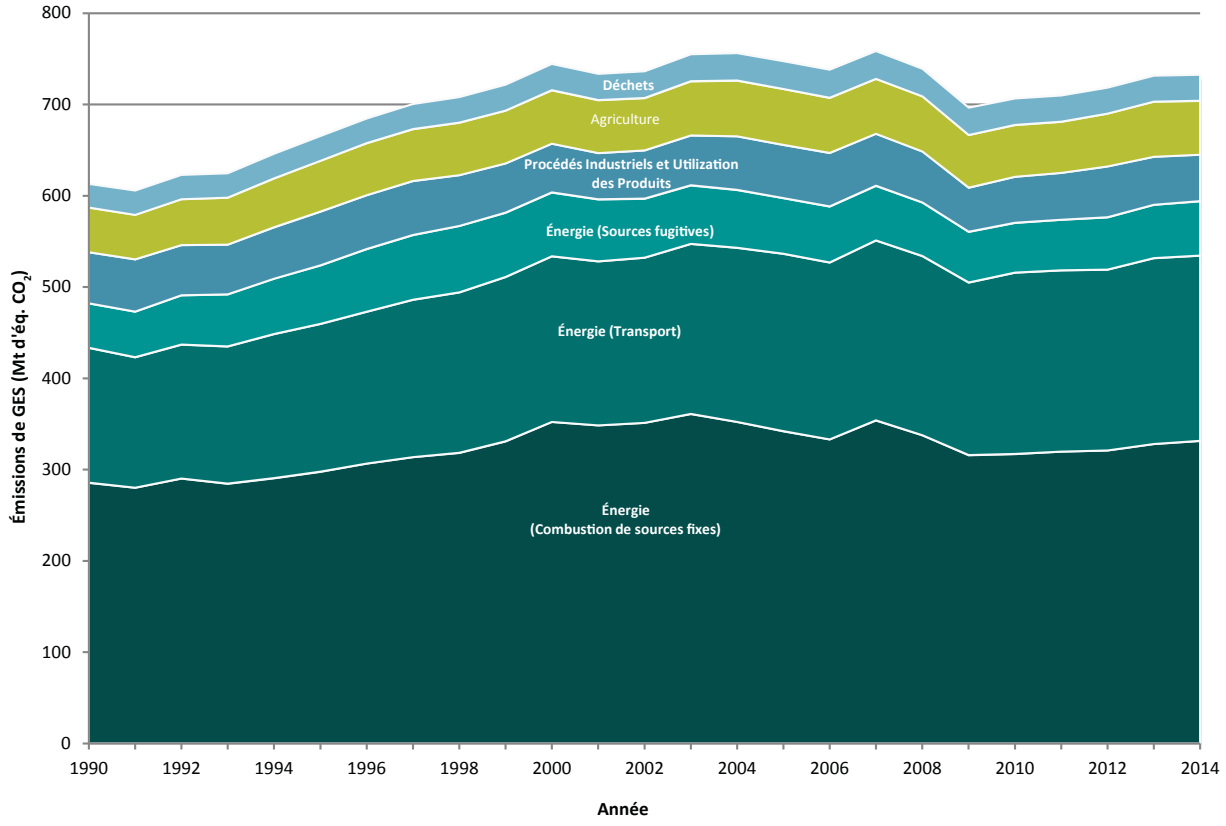


Tableau 2–3 Émissions de GES au Canada par secteur du GIEC (1990–2014)

Catégories de gaz à effet de serre	1990	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	Mt d'équivalent CO_2							
TOTAL[1,2]	**613**	**747**	**696**	**706**	**710**	**718**	**731**	**732**
ÉNERGIE	**482**	**597**	**560**	**570**	**574**	**576**	**590**	**594**
a. Sources de combustion fixes	285	342	316	317	320	321	328	331
Production d'électricité et de chaleur du secteur public	95	124	100	102	95	92	88	86
Industries de raffinage du pétrole	17	20	19	18	18	19	18	17
Exploitation et production en amont de pétrole et de gaz	41	68	78	80	82	91	99	101
Industries manufacturières	56	49	40	41	45	44	45	46
Construction	2	1	1	2	1	1	1	1
Commercial et institutionnel	26	32	30	28	30	28	29	31
Résidentiel	46	45	45	42	46	42	44	46
Agriculture et foresterie	2	2	3	3	3	4	4	4
b. Transport	148	195	189	199	199	198	204	203
Aviation intérieure	7	8	6	6	6	7	8	7
Transport routier	100	136	140	142	140	141	144	140
Transport ferroviaire	7	7	5	7	8	8	7	8
Navigation intérieure	5	6	6	7	6	6	5	5
Autres	29	38	31	37	39	37	39	43
Off-Road Gasoline	5	6	5	5	5	5	4	6
Off-Road Diesel	17	21	20	26	29	27	28	29
Pipeline Transport	7	10	6	6	6	6	7	8
c. Sources fugitives	49	61	55	54	55	57	58	60
Exploitation de la houille	3	1	1	1	1	1	2	1
Pétrole et gaz naturel	46	59	54	53	54	56	57	58
d. Transport et stockage du CO_2	-	0	0	0	0	0	0	0
PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DES PRODUITS	**56**	**58**	**48**	**50**	**51**	**56**	**53**	**51**
a. Produits minéraux	8	10	7	8	8	8	8	8
b. Industries chimiques	17	9	6	5	6	6	6	6
c. Production de métaux	24	20	16	16	17	17	15	15
d. Production et consommation d'halocarbures, de SF_6 et de NF_3	1	6	7	7	8	8	9	9
e. Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant	5	12	12	13	12	15	15	13
f. Fabrication et utilisation d'autres produits	0	1	0	0	0	1	1	0
AGRICULTURE	**49**	**61**	**58**	**57**	**56**	**58**	**60**	**59**
a. Fermentation entérique	23	31	27	26	25	25	25	25
b. Gestion des fumiers	8	10	9	8	8	8	8	8
c. Sols agricoles[3]	17	19	20	21	20	22	24	23
d. Field Burning of Agricultural Residues	0	0	0	0	0	0	0	0
d. Chaulage, application d'urée et autres engrais à base de carbone	1	1	2	2	2	2	3	3
DÉCHETS	**26**	**31**	**30**	**29**	**29**	**28**	**28**	**29**
a. Évacuation des déchets solides	24	28	27	26	26	26	26	26
b. Traitement biologique des déchets solides	1	1	1	1	1	1	1	1
c. Traitement et rejet des eaux usées	1	1	1	1	1	1	1	1
d. Incinération et combustion à l'air libre des déchets	1	1	1	1	1	1	1	1
AFFECTATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE	**-87**	**1**	**-40**	**55**	**69**	**41**	**-30**	**72**
a. Terres forestières et produits ligneux récoltés	-108	-0	-38	56	71	41	-29	72
b. Terres cultivées	10	-9	-10	-9	-9	-9	-9	-8
c. Prairies	1	1	0	0	1	2	1	1
d. Terres humides	6	4	4	4	4	4	4	3
e. Établissements	4	4	4	4	4	4	4	4

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.
3. Cette catégorie inclut les émissions provenant du brûlage des résidus agricoles dans les champs.

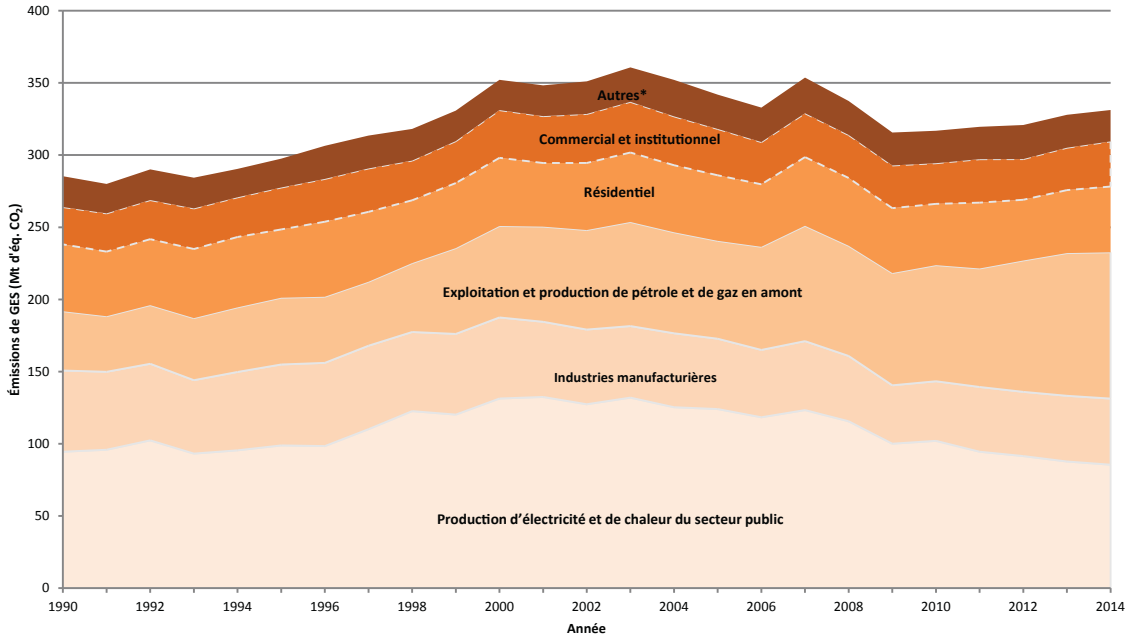
2.3.1. Secteur de l'énergie (émissions de GES en 2014 : 594 Mt)

La consommation d'énergie est de loin la principale source d'émissions de GES au Canada. Le secteur de l'Énergie comprend les émissions attribuables à la production et à la combustion de combustibles dans le but principal de fournir de l'énergie. 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 CO_2. Une description détaillée de chaque catégorie est fournie au chapitre 3.

En 2014, le secteur de l'énergie était responsable de 81 % (594 Mt) des émissions totales du Canada. Les émissions reliées aux sources de combustion fixes et aux transports dominent nettement les tendances dans ce secteur; entre 1990 et 2014, les hausses d'émissions se sont chiffrées à 55 Mt pour les transports,

2

Figure 2–7 Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources de combustion fixes (1990–2014)



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

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	2009	2010	2011	2012	2013	2014	1990-2014
Sources de combustion fixes[1]	**285**	**342**	**316**	**317**	**320**	**321**	**328**	**331**	**16%**
Production d'électricité et de chaleur du secteur public	95	124	100	102	95	92	88	86	-10%
Raffinage du pétrole	17	20	19	18	18	19	18	17	-1,8%
Exploitation et production de pétrole et de gaz en amont	41	68	78	80	82	91	99	101	147%
Industries manufacturières	56	49	40	41	45	44	45	46	-19%
Sidérurgie	5	6	4	4	5	5	6	6	23%
Métaux non ferreux	3	4	3	3	3	3	3	3	-14%
Industrie chimique	8	8	9	10	11	11	12	12	46%
Pâtes et papiers	15	9	6	6	6	6	6	6	-57%
Ciment	4	5	4	4	4	4	4	4	2,5%
Autres industries manufacturières	21	17	14	14	15	15	15	14	-32%
Construction	2	1	1	2	1	1	1	1	-32%
Commercial et institutionnel	26	32	30	28	30	28	29	31	21%
Résidentiel	46	45	45	42	46	42	44	46	-1,6%
Agriculture et foresterie	2	2	3	3	3	4	4	4	53%

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

à 46 Mt pour les sources de combustion fixes et à 11 Mt pour les sources fugitives.

2.3.1.1. Sources de combustion fixes (émissions de GES en 2014 : 331 Mt)

Les sources de combustion fixes produisent la plus grande portion (56 %) des émissions du secteur de l'Énergie. En 2014, leurs émissions totalisaient 331 Mt, en hausse de 16 % par rapport aux 285 Mt de 1990 (Figure 2–7, Tableau 2–4).

En ce qui a trait aux sources de combustion fixes, les catégories dominantes sont Exploitation et production de pétrole et de gaz en amont (31 % du total de la catégorie) et Production d'électricité et de chaleur du secteur public (26 %). Les catégories Industries manufacturières et Résidentiel contribuent pour chacune à 14 % des émissions totales attribuables aux sources de combustion fixes, alors que la catégorie Commercial et institutionnel y contribue à 9 %.

Production d'électricité et de chaleur du secteur public (émissions de GES en 2014 : 86 Mt)

La catégorie de la production d'électricité et de chaleur du secteur public a produit 14 % (86 Mt) des émissions de GES du secteur de l'énergie en 2014, soit une baisse de 10 % des émissions entre 1990 et 2014.

Les émissions de cette sous-catégorie ont ceci de particulier que l'électricité est produite pour répondre à une demande instantanée; selon les caractéristiques de la demande, la source d'approvisionnement peut varier d'une source n'émettant pas de GES à une source émettant un niveau élevé de GES. La production d'électricité a fait un bond de 30 % entre 1990 et 2014 (Statistique Canada, 1990–2004 b, 2015 b, 2015c), passant de 491 TWh[3] à 641 TWh, en raison d'un accroissement généralisé (sans dans le secteur commercial) de la demande.

Malgré l'intensification de la demande entre 1990 et 2014, les émissions de GES ont chuté de 9 Mt. En fait, entre 2005 et 2014, la production d'électricité a augmenté de 3 %, alors que les émissions ont chuté de 31 % (39 Mt), principalement à cause de l'utilisation d'un amalgame de sources de production à moindre intensité de GES (Figure 2–8). Cette cause résulte elle-même d'un moindre recours à des combustibles à forte intensité de GES pour la combustion, et d'une plus grande utilisation de sources autres que la combustion (nucléaire et énergies renouvelables, c.-à-d. hydroélectricité, éoliennes, cellules photovoltaïques solaires et énergie marémotrice).

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 2–8 Incidence des facteurs contribuant à la variation des émissions de GES de la catégorie Production d'électricité et de chaleur du secteur public, 1990–2014 (Mt d'éq CO_2)

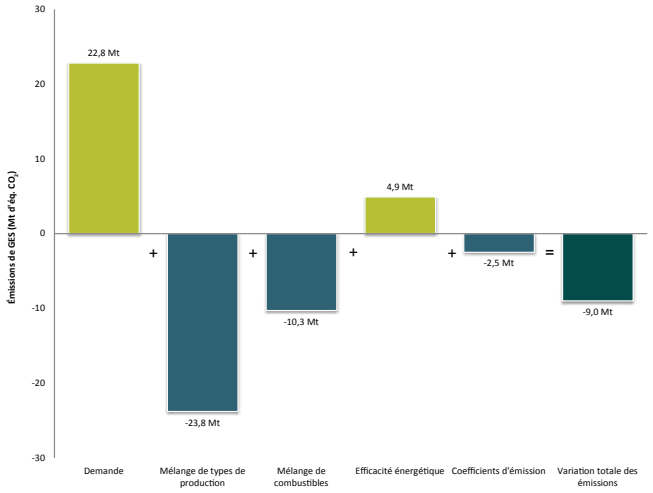
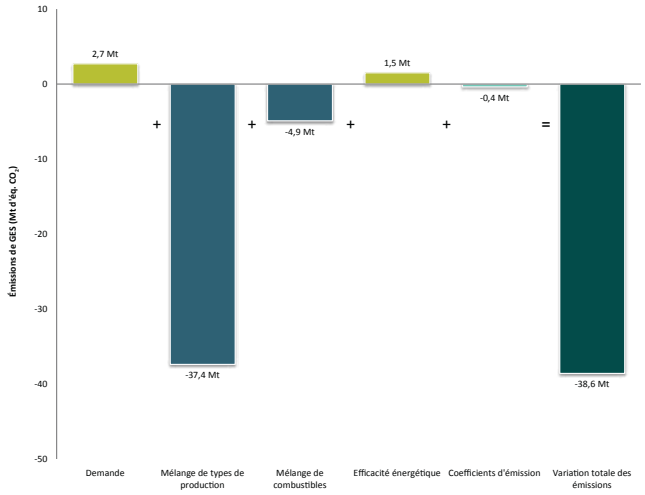


Figure 2–9 Incidence des facteurs contribuant à la variation des émissions de GES de la catégorie Production d'électricité et de chaleur du secteur public, 2005-2014 (Mt d'éq CO_2)



Notes :
Demande – La demande renvoie au niveau d'activité de production d'électricité dans le secteur public 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'émission – Le coefficient d'émission concerne les variations de la teneur en énergie dérivée de combustibles observées au fil du temps.

Toute (100 %) la hausse de production enregistrée entre 1990 et 2014 était attribuable à des sources autres que la combustion. La production issue de sources de combustion a en fait diminué de 1 % depuis 1990. Quant aux sources renouvelables, elles contribuaient pour 63 % (hydroélectricité : 61 %; autres énergies renouvelables : 2 %) de la production totale d'électricité au Canada en 2014. Dans l'ensemble, la production résultant de sources renouvelables a augmenté de 37 % depuis 1990. Les réductions d'émissions observées depuis 1990 (-24 Mt) et 2005 (-37 Mt) sont principalement imputables à la place accrue qu'occupent les sources autres que la combustion dans l'amalgame de production en 2014.

Parmi les sources faisant appel à la combustion, il y a un constant remplacement des combustibles fossiles à forte intensité de GES par des sources à moindre intensité. Entre 1990 et 2014, la quantité d'électricité produite par des centrales au gaz naturel a augmenté de 660 % (27 TWh), et la quantité produite à partir de charbon et de produits pétroliers raffinés a baissé d'environ 26 % (22 TWh) et 81 % (12 TWh), respectivement. Étant donné que la combustion de gaz naturel génère environ la moitié moins de carbone que la combustion de charbon et environ 25 % moins de carbone que celle de la plupart des produits pétroliers raffinés, le passage d'autres combustibles au gaz naturel a entraîné une baisse de l'intensité des GES provenant de la production d'électricité par combustion. 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 2014.

Exploitation et production de pétrole et de gaz en amont (émissions de GES en 2014 : 101 Mt)

La catégorie exploitation et production de pétrole et de gaz en amont a produit 17 % (101 Mt) des émissions du secteur de l'énergie en 2014; ses émissions ont augmenté de 147 % (60 Mt) entre 1990 et 2014. Cette catégorie comprend les émissions associées à la combustion de combustibles dans les industries de l'extraction du pétrole, du gaz naturel et du charbon et dans l'exploitation des minéraux non énergétiques comme le minerai de fer, l'or, le diamant, la potasse et les agrégats.

Tous les éléments de l'industrie du pétrole et du gaz en amont (PGA), qui englobe 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, ont connu une croissance marquée depuis 1990. La production de gaz naturel a crû de 51 % depuis 1990 (Statistique Canada, 2015d), la production de pétrole classique de 21 % (Statistique Canada, 2015e) et la production de pétrole brut de l'industrie des sables bitumineux (qui recouvre le pétrole brut synthétique et le bitume brut non valorisé) de 528 % (AER, 2015). Ces hausses de production dans tous les segments de l'industrie du PGA ont fait grimper la demande en énergie pour les opérations d'extraction, ce qui entraîne des augmentations d'émissions. La forte hausse d'émissions résultant de la production de bitume non valorisé est fortement attribuable à un plus grand recours à la technique du drainage par gravité à l'aide de vapeur (DGV) dans l'extraction du bitume brut. Cette technique consiste à injecter dans la formation productrice de grandes quantités de vapeur, dont la chaleur permet l'écoulement et l'extraction du bitume brut. Cette vapeur résulte de la combustion de grandes quantités de gaz naturel, ce qui fait augmenter les émissions. En fait, depuis dix ans, la consommation de gaz naturel dans cette sous-catégorie a augmenté de plus de 200 %, et la production par DGV a grimpé de presque 800 % (AER, 2015).

Entre 2013 et 2014, les émissions provenant de l'exploitation et de la production de pétrole et de gaz en amont ont augmenté de 2,5 % (2,5 Mt), parallèlement à des hausses de 4 % dans la production de gaz naturel et de presque 20 % dans la production de bitume non valorisé. La consommation de gaz naturel a augmenté de 6 % dans la catégorie du pétrole et du gaz en amont entre 2013 et 2014, ce qui cadre avec la hausse de 26 % du volume de bitume brut produit par DGV (AER, 2015).

Soulignons que la ventilation des émissions par catégories du GIEC pour le secteur de l'Énergie ne brosse pas un tableau sectoriel transparent des tendances à l'intérieur du secteur du pétrole et du gaz au Canada. Les émissions de la sous-catégorie Exploitation et production de pétrole et de gaz en amont sont illustrées plus clairement au tableau 2-12, où elles sont réparties par secteur économique (production et traitement du gaz naturel, production de pétrole classique, sables bitumineux, production de charbon et extraction de minéraux non énergétiques), et où les émissions des sources fugitives, du transport hors route et des unités de cogénération sont allouées à leur secteur économique respectif. La section 2.4.1 présente également une certaine analyse des tendances dans l'industrie pétrolière et gazière, par secteur économique.

Industries manufacturières (émissions de GES en 2014 : 46 Mt)

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

En 2014, les émissions des GES de cette catégorie s'élevaient à 46 Mt, en baisse de 19 % par rapport à 1990. De 1996 à 2009, elles ont reculé et, depuis 2009, elles ont augmenté de façon constante, mais demeurent toujours inférieures au niveau de 1990. En 2014, la part globale de la catégorie des Industries manufacturières aux émissions totales de GES du Canada a été de 7,7 %.

La sous-catégorie Pâte, papier et imprimerie affiche la plus grande baisse des émissions de la catégorie des industries manufacturières. De 1990 à 2014, ses émissions avaient diminué de 8,3 Mt (57 %), une situation attribuable à la fermeture d'usines et au remplacement de sources de production classiques par des combustibles de biomasse (hausse de 4,5 % entre 1990 et 2014). À l'opposé du spectre, la sous-catégorie des Produits chimiques affiche la hausse la plus marquée parmi la catégorie Industries manufacturières, soit une augmentation de 3,8 Mt (46 %), qui résulte généralement de la hausse de 19 % de la production économique (PIB) de l'industrie chimique durant la même période (CIEEDAC 2015).

Résidentiel, commercial et institutionnel (émissions de GES en 2014 : 77 Mt)

Les émissions de ces sous-catégories résultent essentiellement de la combustion de combustibles pour chauffer les édifices résidentiels, commerciaux et institutionnels, excluant l'électricité. En 2014, ces catégories ont généré 77 Mt de GES, une hausse de 6,5 % depuis 1990. La combustion de combustibles dans les catégories Résidentiel et Commercial et institutionnel[4] représentait 7,7 % (46 Mt) et 5,3 % (31 Mt), respectivement, des émissions du secteur de l'Énergie en 2014.

Dans l'ensemble, les émissions résidentielles ont diminué de 0,7 Mt (1,6 %) entre 1990 et 2014, tandis que les émissions commerciales ont crû de 5,4 Mt. Une analyse montre que les conditions météorologiques, les changements dans l'efficacité énergétique, les nouvelles constructions résidentielles et les augmentations dans la surface utile commerciale sont les principaux facteurs ayant influencé l'évolution des émissions reliées à l'énergie dans les deux sous-catégories (Figure 2–7 et Figure 2–11). Comme on voit, ces facteurs influent sur les besoins de chauffage local, et par conséquent sur la demande en gaz naturel, en mazout de chauffage et en biocombustibles.

Dans la sous-catégorie Résidentiel, les facteurs qui ont contribué le plus à la hausse des émissions ont été la population et la superficie utile par personne, dont les hausses respectives de 28 % (Statistique Canada, 2015f) et 29 %5 ont fait grimper les émissions de 11,2 Mt et 11,6 Mt (Figure 2–10). (La somme de ces deux facteurs équivaut à l'effet total de la superficie utile.) Ces augmentations ont été contrebalancées par des améliorations dans l'efficacité énergique, équivalant à une baisse des émissions de 24 Mt entre 1990 et 2014.

4 Les émissions de la sous-catégorie Commercial et institutionnel sont basées sur l'utilisation de combustible figurant dans le *Bulletin de la disponibilité et écoulement de l'énergie au Canada* (BDEEC; Statistique Canada, 1990-2016) pour les sous-catégories des institutions commerciales et autres institutions et de l'administration publique. La sous-catégorie des institutions commerciales et autres institutions est une sous-catégorie fourre-tout qui inclut les combustibles utilisés par les industries de services liées à l'exploitation minière, le commerce de gros et de détail, les services financiers et commerciaux, l'éducation, la santé et les services sociaux, et d'autres industries dont on ne tient pas explicitement compte ailleurs.

5 Lam, M. 2016. Communication personnelle (courriel de Lam, M. à Tracey, K., ingénieure des programmes, DIRP, daté du 14 janvier 2016). Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles 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 2014

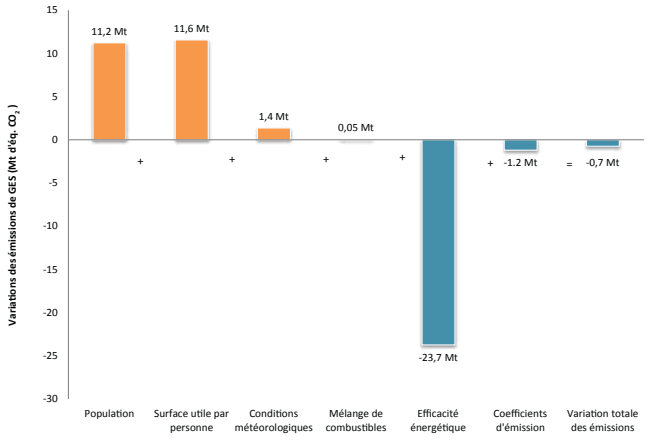
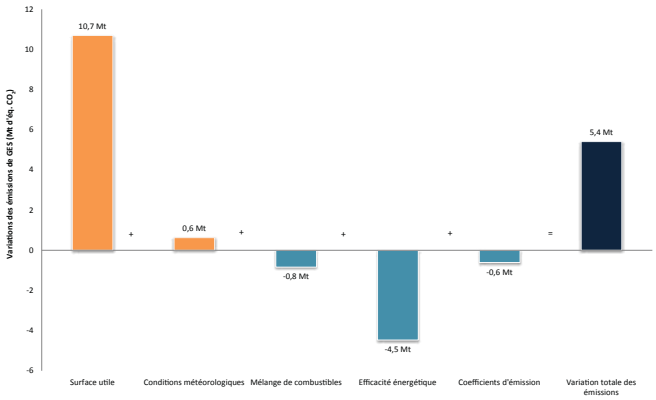
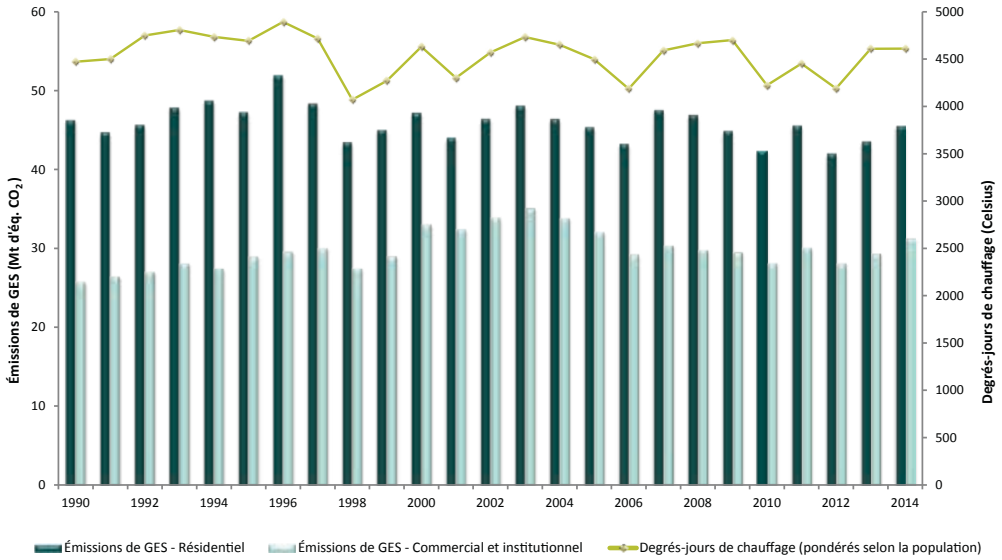


Figure 2–11 Incidence des facteurs contribuant à la variation des émissions de GES provenant de sources fixes dans la sous-catégorie Commercial et institutionnel, entre 1990 et 2014



Notes :
Superficie utile et population – La superficie utile désigne les variations de l'espace utile 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 de la superficie utile par personne.
Conditions météorologiques – Il s'agit des fluctuations des conditions météorologiques, notamment les températures hivernales qui peuvent avoir des répercussions sur les émissions de GES.
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 immeubles et de l'équipement utilisé pour le chauffage.
Coefficients d'émission – Le coefficient d'émission concerne les variations de la teneur en énergie dérivée de combustibles observées au fil du temps.

Figure 2–12 Émissions de GES et degrés-jours de chauffage (DJCh) des sous-catégories Résidentiel et Commercial et institutionnel, 1990-2014



Dans la sous-catégorie Commercial et institutionnel, la surface utile à elle seule a été le facteur le plus important de la hausse, avec une croissance de 47 % depuis 1990[6], qui a fait monter les émissions de 10,7 Mt entre 1990 et 2014 (Figure 2–11). Ces effets ont été principalement contrebalancés par des améliorations sur le plan de l'efficacité énergétique, équivalant à une baisse de 4,5 Mt des émissions de GES.

Les conditions météorologiques ont été un des facteurs ayant le moins influencé les émissions entre 1990 et 2014, tant dans la sous-catégorie Résidentiel que dans la sous-catégorie Commercial et institutionnel. Cependant, les conditions météorologiques peuvent avoir un effet non négligeable sur la variabilité interannuelle des émissions, comme le laisse voir le rapport étroit entre les degrés-jours de chauffage (DJCh) et les émissions de GES (Figure 2–12). L'influence que les 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 des conditions météorologiques.

Autres sources de combustion fixes (émissions de GES de 2014 : 22 Mt)

Les autres sources de combustion fixes recouvrent les émissions causées par la combustion de combustibles dans la catégorie du raffinage du pétrole et dans les sous-catégories de la construction, de l'agriculture et de la foresterie. Globalement, les émissions de GES de ce groupe ont crû de 1,8 % (0,38 Mt) entre 1990 et 2014.

6 Behidj N. 2015. Communication personnelle (courriel de N. Behidj à Tracey, K., ingénieure des programmes, DIRP, daté du 29 janvier 2015). Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada.

2.3.1.2. Transports (émissions de GES en 2014 : 203 Mt)

Le sous-secteur des Transports est vaste et diversifié, et ses émissions de GES ont atteint 203 Mt en 2014, ce qui représente 34 % du total canadien. Il comprend 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 2014, les émissions imputables aux transports ont augmenté de 37 % (55 Mt), ce qui représente une portion importante de la croissance des émissions du Canada.

Les émissions de cette catégorie résultent principalement du transport routier, qui englobe le transport de personnes (véhicules et camions légers à essence) et les camions lourds au diesel (Figure 2–13). La sous-catégorie des transports hors route arrive au deuxième rang, avec 21 % des émissions des transports, principalement en raison de la combustion de diesel. Ensemble, les catégories du transport aérien intérieur, du transport maritime intérieur et du transport ferroviaire ont produit environ 10 % des émissions du sous-secteur des transports en 2014, ces émissions demeurant stables au fil de la série chronologique 1990–2014.

Transport routier (émissions de GES en 2014 : 140 Mt)

La hausse des émissions du transport routier s'explique en grande partie par la conduite accrue de véhicules, aussi bien légers que lourds. Le parc total de véhicules a crû de 66 % depuis 1990 (de 20 % depuis 2005), de façon très marquée dans les

Figure 2–13 Tendances des émissions canadiennes de GES attribuables aux transports (1990–2014)

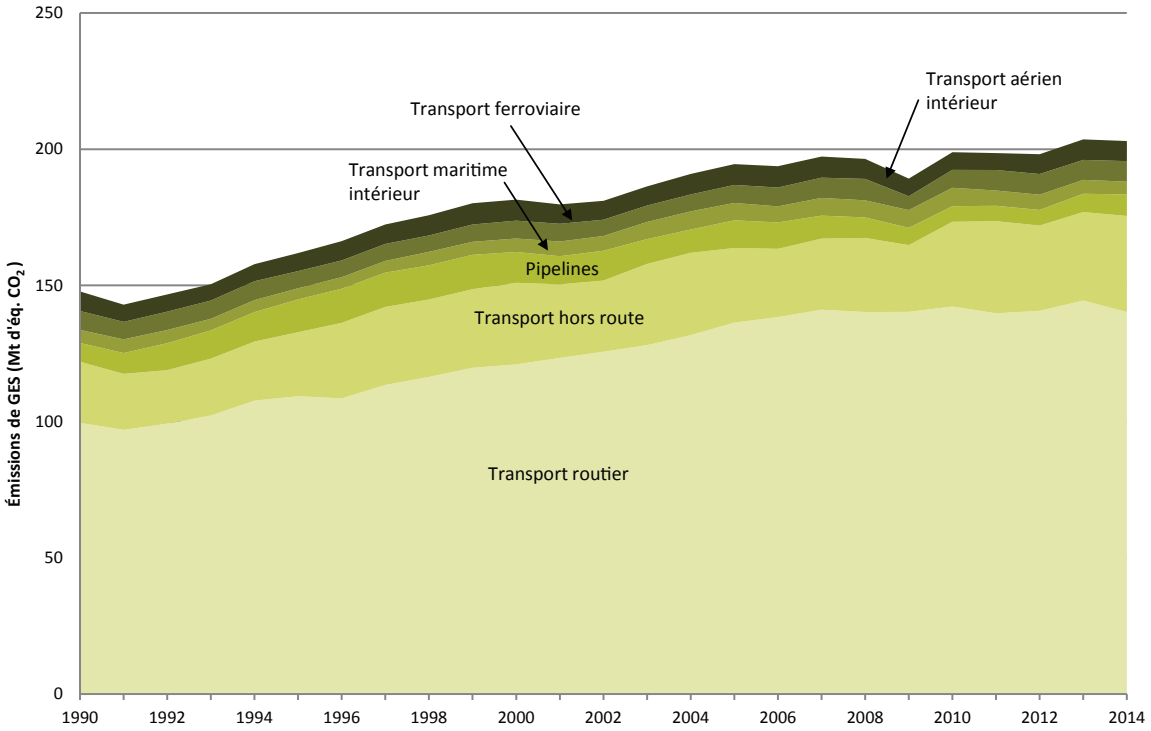


Tableau 2–5 Émissions de GES de la catégorie des Transports, certaines années

GHG Source Category	Émissions de GES (Mt d'éq. CO_2)								Variation (%)
	1990	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	1990-2014
Transport[1]	**148**	**195**	**189**	**199**	**199**	**198**	**204**	**203**	**37%**
Transport aérien intérieur	7,2	7,6	6,5	6,5	6,2	7,3	7,5	7,4	2,8%
Transport routier	100	136	140	142	140	141	144	140	41%
Véhicules légers à essence	50	44	41	41	38	37	37	34	-32%
Camions légers à essence	21	41	44	45	45	46	48	48	131%
Véhicules lourds à essence	5,9	7,2	7,8	7,9	7,5	7,8	8,2	7,9	34%
Motocyclettes	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	110%
Véhicules légers à moteur diesel	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	77%
Camions légers à moteur diesel	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	218%
Véhicules lourds à moteur diesel	20	42	45	46	47	48	48	48	142%
Véhicules au propane ou au gaz naturel	2,2	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,7	0,8	-64%
Transport ferroviaire	6,9	6,6	5,1	6,6	7,5	7,6	7,3	7,5	8,5%
Transport maritime intérieur	4,8	6,4	6,5	6,8	5,6	5,6	5,1	4,7	-1,9%
Autres moyens de transport	29	38	31	37	39	37	39	43	47%
Véhicules hors route à essence	5,3	6,1	4,6	5,2	4,8	4,5	4,3	6,3	19%
Véhicules hors route à moteur diesel	17	21	20	26	29	27	28	29	69%
Transport par pipeline	6,9	10,2	6,4	5,7	5,6	5,7	6,7	7,9	14%

sous-classes des camions légers à essence et des véhicules lourds (Tableau 2–6). Malgré une réduction du nombre de kilomètres parcourus par véhicule, le nombre total de kilomètres parcourus par tous les véhicules a augmenté de 47 % pendant la même période.

Véhicules légers à essence (émissions de GES en 2014 : 34 Mt)

Dans la sous-catégorie des véhicules légers à essence, il y a eu des hausses dans le nombre total de véhicules et le nombre résultant de véhicules-kilomètres parcourus (VKP), alors que la consommation moyenne de carburant par le parc de véhicules a diminué, ce qui se traduit par une baisse nette de 32 % des

Tableau 2–6 Tendances du parc de véhicules au Canada, 1990–2014

Année	Nombre de véhicules (milliers)			
	Véhicules légers		Véhicules lourds	Tous les véhicules
	Automobiles	Camions		
1990	10 755	3 371	968	15 356
2005	11 008	6 875	1 690	20 017
2009	11 995	8 556	2 129	23 274
2010	12 016	8 918	2 154	23 704
2011	11 909	9 271	2 141	23 953
2012	11 895	9 621	2 267	24 444
2013	12 269	10 237	2 359	25 537
2014	12 299	10 765	2 420	26 178
Variation depuis 1990	14%	204%	144%	66%
Variation depuis 2005	8%	35%	27%	20%

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.

2

émissions (qui sont passées de 50 Mt en 1990 à 34 Mt en 2014). Plusieurs facteurs influencent les émissions totales des véhicules légers, dont le nombre total de VKP, le type de véhicule, le rendement du carburant, le type de carburant, la technologie antipollution et la consommation de biocarburant. 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 compense 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 2014 : 48 Mt)

Les camions légers (une catégorie incluant les véhicules utilitaires sport (VUS), de nombreuses camionnettes et toutes les fourgonnettes) émettent en moyenne 45 % plus de GES par kilomètre que les automobiles. Les émissions des camions légers à essence ont fait un bond de 131 % entre 1990 et 2014 (passant de 21 Mt en 1990 à 48 Mt en 2014). Bien que les taux afférents de consommation de carburant du parc aient baissé entre 1990 et 2014, cette baisse a été contrebalancée par une augmentation du nombre de véhicules et du nombre de VKP connexes, 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 2014 : 48 Mt)

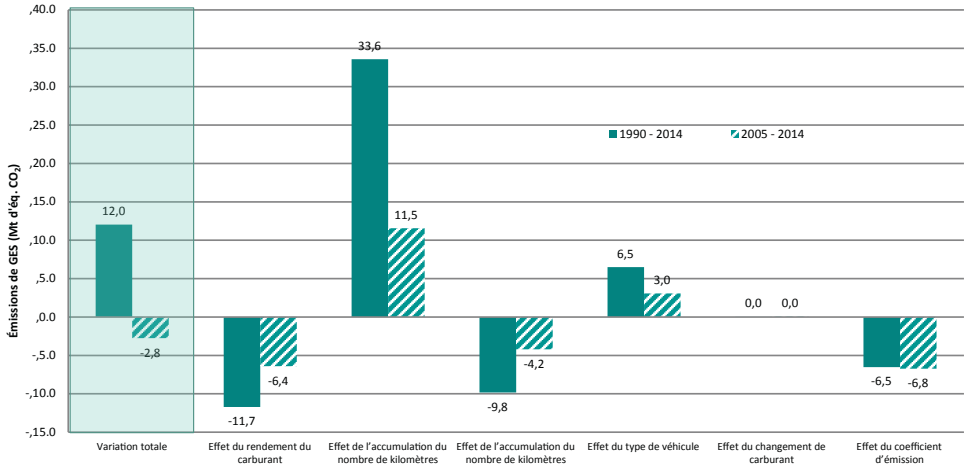
En 2014, les émissions des véhicules lourds au diesel ont contribué pour 48 Mt aux émissions totales de GES du Canada (soit environ 142 % de plus qu'en 1990 et 13 % de plus qu'en 2005).

Les émissions des véhicules lourds à essence sont quant à elles demeurées relativement inchangées depuis 2004, ce qui met en évidence une préférence pour les véhicules à moteur diesel pour le transport de marchandises. Même s'il est difficile d'obtenir des données exactes et exhaustives pour le mode de transport des marchandises, la tendance des données provenant des grandes entreprises canadiennes de camionnage pour compte d'autrui montre de manière concluante que le transport des marchandises par camion a nettement augmenté et que cette activité est la fonction principale des véhicules lourds à essence et au diesel (Statistique Canada, 2013). 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 agissent parfois comme de véritables entrepôts (RNCan, 2013).

Autres transports (hors route) (émissions de GES en 2014 : 35 Mt)

Les émissions hors route résultent de la combustion de diesel et d'essence dans une grande variété d'applications dont les émissions sont collectivement passées de 22 Mt en 1990 à 35 Mt en 2014 (une hausse de 57 %). Exemples d'applications : machinerie lourde mobile employée dans les industries de la construction, des mines et de l'exploitation forestière ; tracteurs et moissonneuses-batteuses; véhicules récréatifs tels que motoneiges et véhicules tout-terrain; équipement résidentiel comme les tondeuses et les taille-haies. En 2014, l'agriculture, l'exploitation minière et la production de pétrole et de gaz, de même que l'utilisation résidentielle et récréative, produisaient respectivement 30 %, 25 % et 13 % des émissions hors route.

Figure 2–14 Facteurs contribuant à la variation des émissions des véhicules légers, 1990-2014 et 2005-2014



Notes :

Variation totale – la variation totale est la différence entre les émissions totales au cours des périodes choisies, soit 1990–2014 et 2005–2014.

Effet du rendement du carburant[1] – 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[2] – l'effet de l'accumulation du nombre de kilomètres désigne la variation des émissions attribuables 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'émission global – l'effet du coefficient d'émission global représente la variation des émissions attribuable à l'amélioration des technologies antipollution sur les émissions de CH_4 et de N_2O ainsi qu'à l'utilisation de biocombustibles.

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.

Transport par pipeline (émissions de GES en 2014 : 7,9 Mt)

Les émissions provenant du transport par pipeline sont des émissions de combustion imputables en grande partie au transport du gaz naturel. De 2005 à 2011, elles ont diminué de 4,5 Mt (44 %) en raison surtout d'une réduction d'environ 32 % des volumes de production de gaz naturel (Statistique Canada, 2015c). Même si la consommation globale de gaz naturel a augmenté depuis 2005, le système national d'approvisionnement en gaz naturel a considérablement changé durant la dernière décennie. Historiquement, de vastes quantités de gaz naturel produit dans l'Ouest du Canada (Alberta, Colombie-Britannique et Saskatchewan) étaient transportées vers l'Est du Canada pour y être consommées. C'est encore le cas, mais le volume de gaz provenant de l'ouest du pays a considérablement chuté, en raison de l'importation en Ontario et au Québec d'une quantité accrue de gaz de schiste américain, qui déplace le gaz naturel produit dans l'Ouest du Canada (Statistique Canada, 2015g).

Depuis quelques années, cette tendance a commencé à s'inverser. Depuis 2011, les émissions reliées au transport par pipeline ont crû de presque 40 %, tandis que les importations de l'Ontario ont chuté de 24 % et que les transferts inter-régionaux ont grimpé de plus de 200 % (Statistics Canada, 2015g).

2.3.1.3. Sources fugitives (émissions de GES en 2014 : 60 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 brûlés avant d'être évacués (p. ex. le torchage du gaz naturel dans les installations de production et de traitement du pétrole et du gaz) sont également considérés comme des émissions fugitives. Les émissions fugitives proviennent de deux sources : exploitation de la houille; pétrole et gaz naturel (Tableau 2–7). Les émissions de la catégorie pétrole et gaz et naturel formaient 98 % du total des émissions fugitives en 2014, l'autre 2 % étant imputable à l'exploitation de la houille. Globalement, ces sources représentaient environ 10 % des émissions du secteur de l'énergie en 2014, et ont contribué à elles seules dans une proportion de 9 % à la croissance des émissions entre 1990 et 2014 (Figure 2–15).

De 1990 à 2014, les émissions fugitives ont fait un bond de 22 %, passant de 49 à 60 Mt (Tableau 2–7. La catégorie pétrole et gaz

Figure 2–15 endances des émissions canadiennes de GES provenant de sources fugitives (1990–2014)

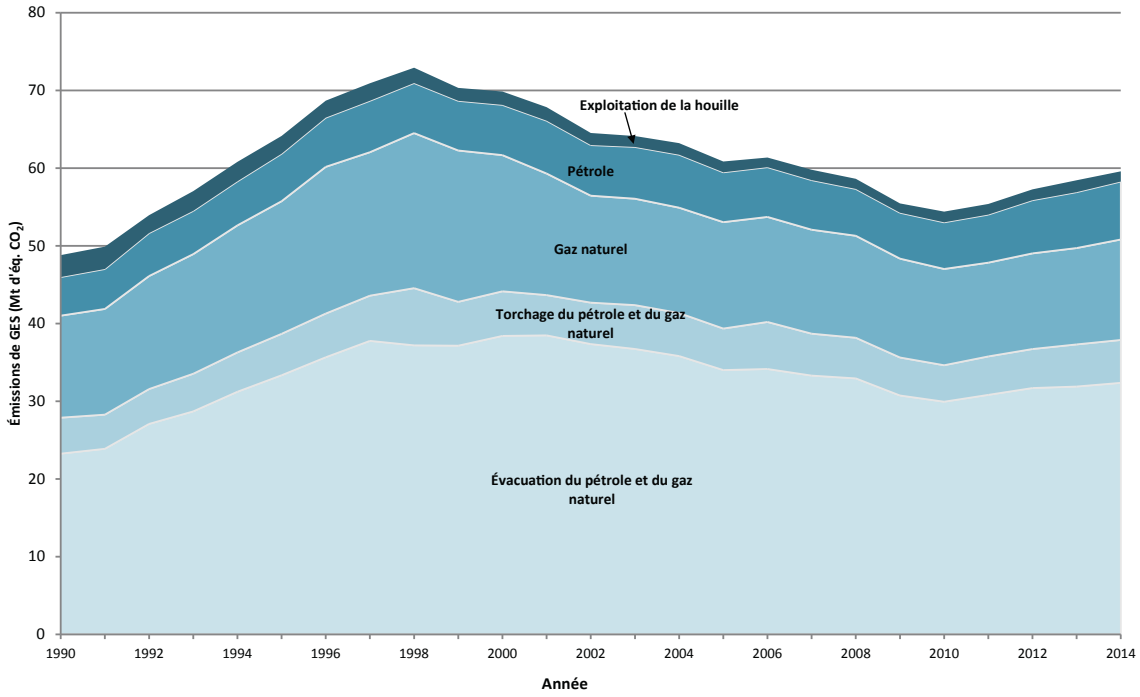


Tableau 2–7 Émissions de GES de sources fugitives, certaines années

Catégorie de sources de GES	Émissions de GES (Mt d'éq. CO_2)								Variation (%)
	1990	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	1990–-2014
Sources fugitives[1]	**49**	**61**	**55**	**54**	**55**	**57**	**58**	**60**	**22%**
Exploitation de la houille	3	1	1	1	1	1	2	1	-53%
Pétrole et gaz naturel	46	59	54	53	54	56	57	58	27%
Pétrole[2]	5	6	6	6	6	7	7	7	50%
Gaz naturel[2]	13	14	13	12	12	12	12	13	-1,5%
Évacuation	23	34	31	30	31	32	32	32	39%
Torchage	5	5	5	5	5	5	5	6	19%

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.

naturel a enregistré à elle seule une hausse de 27 % (12,3 Mt), tandis qu'une baisse de 1,5 Mt (53 %) était observée du côté de l'exploitation de la houille, à cause de la fermeture de mines de charbon dans l'Est du Canada.

La croissance des émissions fugitives de la catégorie pétrole et gaz naturel entre 1990 et 2014 (Figure 2–15) résulte d'une plus grande activité du secteur pétrolier et gazier. Depuis 1990, on a foré plus de 350 000 puits de pétrole et de gaz, et le nombre de puits en production a grimpé de 220 % (ACPP, 2015). La multiplication et la dispersion accrue des installations pétrolières et gazières ont donné lieu à une augmentation considérable des sources d'émissions fugitives, qui a été toutefois compensée par la bonification des programmes d'inspection et d'entretien, des pratiques de l'industrie, des technologies et de la réglementation.

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 gazière et pétrolière (AER, 2014b). 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 2005 et 2010, ces mesures ont permis d'abaisser de 6 Mt (11 %) les émissions fugitives, particulièrement celles attribuables à l'évacuation et au torchage.

Deux instruments similaires à la *Directive 060* ont été mis en place, d'une part par la Colombie-Britannique qui a introduit en 2010 le *Flaring and Venting Reduction Guideline* (BCOGC, 2015), et en 2012 par la Saskatchewan, qui a adopté la *Saskatchewan Upstream Petroleum Industry Associated Gas Conservation Directive S-10* (Sask ECON, 2015).

2.3.2. Procédés industriels et utilisation des produits (émissions de GES en 2014 : 51 Mt)

Le secteur Procédés industriels et utilisation des produits (PIUP) comprend 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 SF_6 et de NF_3; produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant; fabrication et utilisation d'autres produits[7]. Les émissions de GES du secteur PIUP représentaient 51 Mt (7 %) dans l'inventaire national des GES de 2014, contre 56 Mt (9 %) en 1990, soit une baisse d'environ 5 Mt ou 9 %. Les émissions totales de ce secteur proviennent des activités de plusieurs industries différentes; les tendances des émissions reflètent les effets combinés de nombreux facteurs sur diverses industries.

La réduction depuis 1990 des émissions provenant de la production d'acide adipique (N_2O), de la production d'aluminium (PFC) et de la production sidérurgique (CO_2) a été principalement contrebalancée par l'augmentation des émissions issues des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant (CO_2)[8] ainsi que la production et de la consommation d'halocarbures (HFC) (Figure 2–16 et Tableau 2–8).

2.3.2.1. Produits minéraux (émissions de GES en 2014 : 7,8 Mt)

Les produits minéraux comprennent la production de ciment, la production de chaux et les utilisations des carbonates (magnésite, cendre de soude et calcaire). Ce sous-secteur a vu ses émissions baisser de 0,7 Mt (7,8 %) de 1990 à 2014. Les émissions associées à la production de chaux et à l'utilisation des produits minéraux ont connu une baisse de 0,9 Mt, contrebalancée par une hausse de 0,2 Mt dans la production de ciment. Les émissions de la catégorie production de ciment, qui ont suivi l'évolution de la production canadienne de clinker, ont plafonné à 7,8 Mt en 2007 et totalisé 6,0 Mt en 2014.

2.3.2.2. Industrie chimique (émissions de GES en 2014 : 6,0 Mt)

De 1990 à 2014, les émissions de l'industrie chimique dans son ensemble ont diminué de 11,3 Mt (65,4 %). La fermeture en 2009 de l'unique usine de production d'acide adipique au Canada a été le principal facteur déterminant de la réduction des émissions dans cette industrie; à lui seul, ce facteur représente une

7 Le sous-secteur de la fabrication et de l'utilisation d'autres produits contribue peu aux émissions et tendances globales, et n'est donc pas abordé dans ce chapitre; pour plus de détails à son sujet, voir le chapitre 4.

8 Le sous-secteur des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant englobe les émissions résultant de l'utilisation non énergétique de combustibles fossiles qui ne sont comptabilisées dans aucune autre catégorie du secteur PIUP.

Figure 2–16 Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources du secteur PIUP (1990–2014)

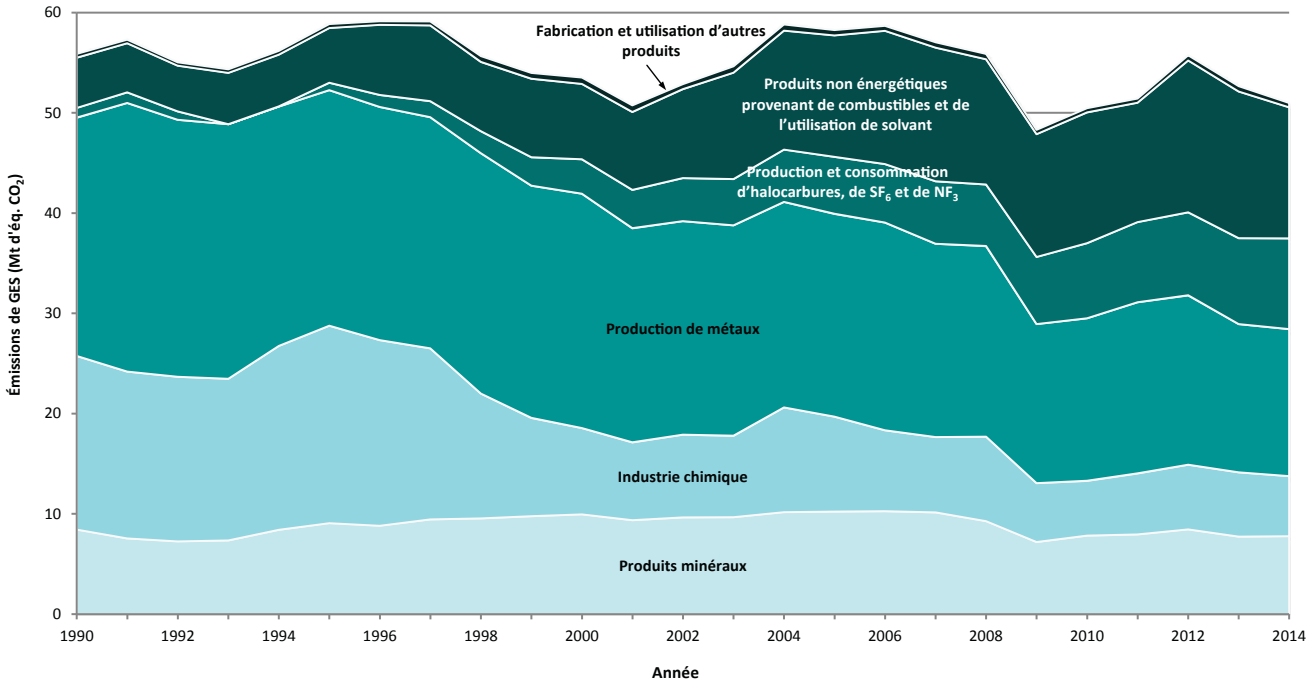


Tableau 2–8 Émissions de GES des catégories du PIUP, certaines années

Catégories de sources de GES	Émissions de GES (Mt d'éq. CO_2)								Variation (%)
	1990	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	1990-2014
Total - Procédés industriels	**56**	**58**	**48**	**50**	**51**	**56**	**53**	**51**	**-8,7%**
Produits minéraux	8,4	10	7,2	7,8	7,9	8,5	7,7	7,8	-7,8%
Production de ciment	5,8	7,6	5,4	6,0	6,1	6,6	6,0	6,0	3,5%
Production de chaux	1,8	1,7	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	-18%
Utilisation de produits minéraux	0,9	0,9	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	-58%
Industrie chimique	17	9,5	5,9	5,5	6,1	6,4	6,4	6,0	-65%
Production d'ammoniac	2,8	2,7	2,4	2,5	2,9	3,0	2,9	2,5	-8,6%
Production d'acide nitrique	1,0	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	5,3%
Production d'acide adipique	10	2,5	0,6	-	-	-	-	-	-100%
Production pétrochimique et de noir de carbone	3,3	3,0	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,4	-25%
Production de métaux	24	20	16	16	17	17	15	15	-38%
Production sidérurgique	10	10	8,1	9,2	10	10	8,0	8,6	-18%
Production d'aluminium	10	8,7	7,5	6,9	6,8	6,5	6,5	5,8	-43%
SF_6 utilisé dans les usines de fonte et de moulage du magnésium	3,0	1,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-92%
Production et et consommation d'halocarbures, de SF_6 et de NF_3	1,0	5,7	6,7	7,5	8,0	8,3	8,6	9,0	826%
Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant	5,0	12	12	13	12	15	15	13	161%
Fabrication et utilisation d'autres produits	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	18,7%

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

baisse de 10,3 Mt depuis 1990[9]. Les autres réductions d'émissions (1,0 Mt) font suite à une baisse de la production d'ammoniac et de produits pétrochimiques.

2.3.2.3. Production de métaux (émissions de GES en 2014 : 15 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 9,1 Mt (38 %) des émissions provenant de la production de métaux entre 1990 et 2014. La production de magnésium au Canada a cessé en 2009 et représentait 2,7 Mt de la réduction des émissions attribuables à la production de métaux.

L'industrie de l'aluminium a réussi à abaisser de 6,5 Mt (86 %) ses émissions de PFC tout en augmentant sa production de 83 % entre 1990 et 2014 (AAC, 2014), en bonne partie grâce à des améliorations technologiques. L'industrie du magnésium a également affiché une baisse des émissions, grâce au remplacement du SF_6 par des substituts et à la fermeture d'usines au fil des ans.

L'industrie sidérurgique a vu ses émissions baisser de 1,9 Mt (18 %) entre 1990 et 2014. La réduction des niveaux de production dans leur ensemble est principalement responsable de cette baisse ainsi qu'un plus grand recours aux mitrailles d'acier plutôt qu'à la fonte brute (Statistique Canada, 1990-2003, Statistique Canada, 2004-2012, ACPA, 2013-2014).

2.3.2.4. Production et consommation d'halocarbures, de SF_6 et de NF_3 (émissions de GES en 2014 : 9 Mt)

La consommation d'hydrofluorocarbures (HFC) a causé une hausse de 8,3 Mt (1132 %) des émissions depuis 1995. Cette situation peut s'expliquer par le remplacement de substances appauvrissant la couche d'ozone (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, SF_6, NF_3) 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 solvant (émissions de GES en 2014 : 13 Mt)

La catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant est la principale source d'émissions du secteur PIUP, avec une hausse d'émissions de 8,1 Mt (161 %) entre 1990 et 2014. Les émissions de CO_2 provenant de l'utilisation, comme matière première, de cires, de paraffines et de dérivés pétrochimiques non finis ont crû de 6,2 Mt (1 201 %), celles provenant de l'utilisation de houille ont diminué de 0,6 Mt (73 %) et celles imputables aux matières premières pétrochimiques crû de 1,0 Mt (122 %).

9 Hendriks J. 2013. Communication personnelle (courriel de Hendriks J., Invista, à la Division des inventaires et rapports sur les polluants, en date du 22 novembre 2013).

2.3.3. Secteur de l'agriculture (émissions de GES en 2014 : 59 Mt)

En 2014, les émissions du secteur de l'agriculture représentaient 59 Mt (8 %) des émissions totales de GES du Canada, en baisse de 2 Mt du plafond atteint en 2005, mais en hausse de 10 Mt (21 %) depuis 1990 (Figure 2–17, Tableau 2–9). En 2014, ce secteur a produit 27 % des émissions nationales de CH_4 et 70 % (contre 50 % en 1990) des émissions nationales de N_2O.

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 agricoles canadiens sont la production de bétail et les productions végétales. Les émissions de GES de l'agriculture imputables au secteur du bétail incluent les émissions de la fermentation entérique (CH_4) et toutes les émissions (CH_4 et N_2O) du stockage et de l'épandage de fumier. Le secteur des productions végétales comprend : les émissions de N_2O provenant de l'épandage d'engrais azotés inorganiques, de la décomposition des résidus de récolte, de l'épandage de fumier comme engrais et des pratiques de gestion des cultures; les émissions de CH_4 et de N_2O provenant de l'incinération des résidus agricoles; et les émissions de CO_2 imputables à l'utilisation de chaux sur les sols agricoles et à l'application d'engrais azotés à base d'urée. Le secteur de la production de bétail est dominé par la production de bovins de boucherie, de bovins laitiers, de volaille et de porcs,

2

Figure 2–17 Tendances des émissions canadiennes de GES provenant de sources agricoles (1990-2014)

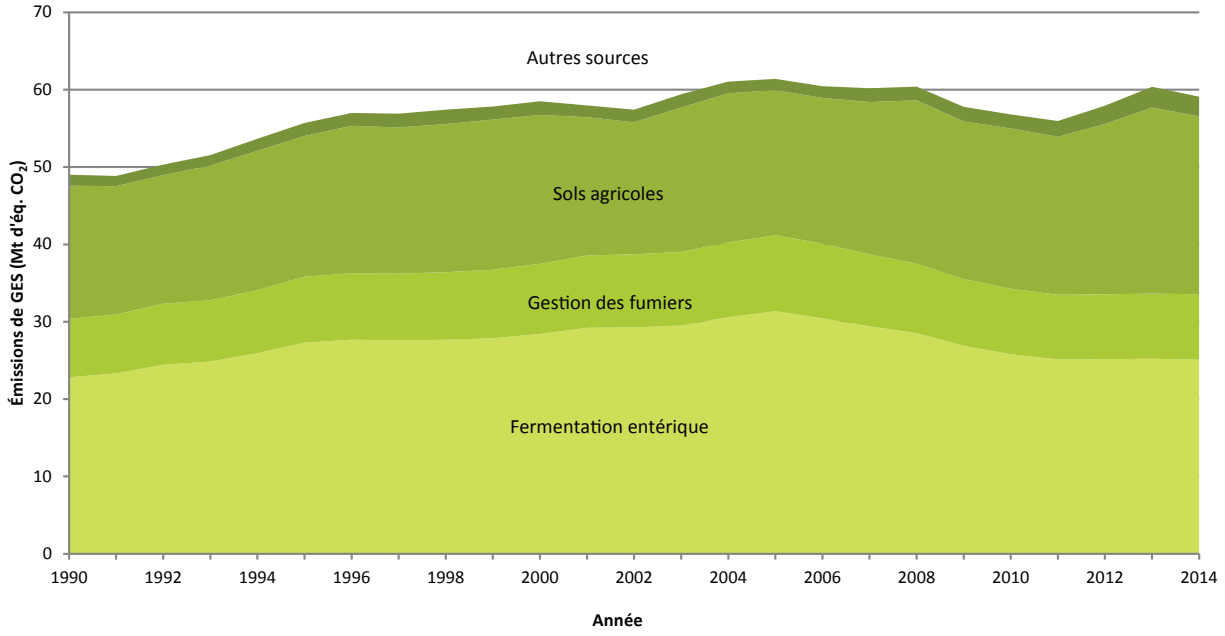
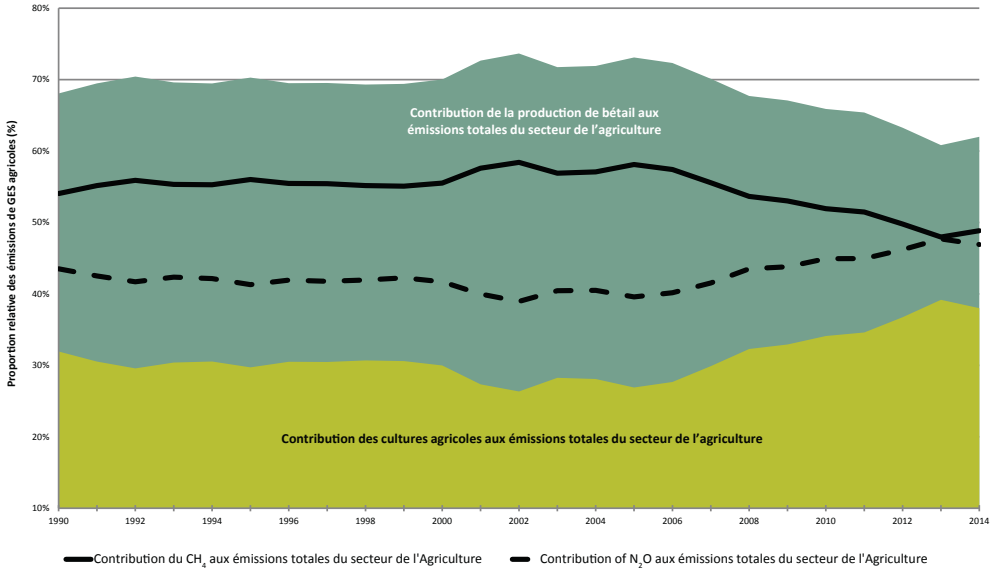


Tableau 2–9 Émissions de GES du secteur de l'Agriculture, certaines années

Catégorie de sources de GES	Émissions de GES (Mt d'éq. CO_2)								Variation (%)
	1990	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	1990-2014
Agriculture	**49**	**61**	**58**	**57**	**56**	**58**	**60**	**59**	**21%**
Fermentation entérique	23	31	27	26	25	25	25	25	10%
Gestion des fumiers	7,6	9,8	8,6	8,5	8,4	8,4	8,4	8,5	12%
Sols agricoles	17	19	20	21	20	22	24	23	34%
Incinération des résidus agricoles dans les champs	0,23	0,05	0,05	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	-79%
Chaulage, application d'urée et autres engrais carbonés	1,2	1,4	1,8	1,8	2,0	2,3	2,6	2,5	111%

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

Figure 2–18 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 (1990-2014)



tandis que le secteur des productions végétales est principalement voué à la production de céréales et d'oléagineux.

Les principaux facteurs régissant la tendance des émissions dans le secteur de l'agriculture sont les fluctuations dans les cheptels, qui ont plafonné en 2005, et une hausse constante dans l'épandage d'engrais azotés inorganiques dans les provinces des Prairies. Les populations de bovins, de porcs et de volaille au Canada ont crû de 12 %, 28 % et 39 % respectivement depuis 1990, en raison de la vigueur des prix des produits de base entre 1990 et 2003 (Statistique Canada, 2009). Les ventes d'engrais azotés ont constamment augmenté tout au long de la période de déclaration et sont actuellement 107 % plus élevées qu'en 1990, grâce aux hausses d'intensité culturale résultant de l'apport de modifications aux pratiques de gestion des terres et à l'évolution des prix des produits de base.

Depuis 2005, comme suite au déclin des populations animales et à l'utilisation accrue d'engrais, la proportion d'émissions rejetée par le bétail en 2013 et 2014 a chuté à son plus bas niveau (61 % et 62 % des émissions totales) de la période de déclaration, un niveau sensiblement inférieur à celui de 2005 (73 % des émissions totales) (Figure 2–18). En raison de ce glissement, les émissions agricoles totales sont maintenant composées à parts égales de CH_4 (provenant de l'élevage de bétail) et de N_2O (principalement issu des productions végétales). La croissance des émissions imputables aux productions végétales se reflète également dans une diminution de la séquestration du carbone par les sols déclarée dans le secteur ATCATF, résultant de la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles.

2.3.3.1. Fermentation entérique (émissions de GES en 2014 : 25 Mt)

En 2014, les émissions issues de la fermentation entérique représentaient 42 % des émissions agricoles. Ces émissions proviennent presque entièrement de l'élevage de bétail au Canada (96 % du total). Entre 1990 et 2014, elles sont passées de 23 Mt à 25 Mt, une hausse de 10 %. Le CH_4 émis par la fermentation entérique compte pour 87 % du total des émissions agricoles de CH_4 et pour 23 % du total des émissions de CH_4 déclarées dans l'inventaire national. Les hausses enregistrées de 1990 à 2005 s'expliquent d'abord par l'accroissement du cheptel bovin, propulsé par la robustesse des prix des produits. En outre, les émissions ont crû plus rapidement que les cheptels, en raison d'améliorations aux troupeaux qui ont permis d'augmenter le poids vif. Les cheptels bovins ont atteint un sommet en 2005, puis subséquemment décliné de 21 % 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. Depuis trois ans, les prix des produits animaux ont augmenté, tandis que les populations animales et les émissions du bétail se sont stabilisées.

Les hausses d'émissions résultant de la production bovine ont toutefois été partiellement compensées par une réduction de 30 % du cheptel laitier entre 1990 et 2014 (Statistique Canada, 2015h). Le régime de quotas laitiers a encouragé l'industrie laitière à investir dans l'amélioration des troupeaux, pour en rehausser la rentabilité, plutôt que dans l'expansion des troupeaux. Les émissions associées aux vaches laitières ont chuté d'environ 17 % depuis 1990, mais cette réduction a aussi été partiellement contrebalancée par une hausse de 28 % de la

production laitière moyenne, attribuable à des améliorations génétiques et à la modification des pratiques d'alimentation et/ou de gestion. La vache laitière moyenne produit aujourd'hui plus de lait qu'en 1990, elle consomme plus de nourriture et, par conséquent, émet davantage de GES.

2.3.3.2. Gestion des fumiers (émissions de GES en 2014 : 8,5 Mt)

Les émissions provenant des systèmes de gestion des fumiers animaux représentaient 14 % des émissions agricoles totales et sont passées de 7,6 Mt en 1990 à 8,5 Mt en 2014 (12 %), une hausse attribuable à l'accroissement des cheptels bovin, porcin et avicole, mais partiellement compensée par la diminution du troupeau laitier. Le stockage de fumiers engendre aussi bien du CH_4 (13 % du CH_4 agricole total) que du N_2O (14 % du N_2O agricole total). La production bovine et avicole génère principalement du N_2O, la production porcine surtout du CH_4, tandis que la production laitière rejette à parts égales du N_2O et du CH_4. C'est pourquoi les émissions de N_2O suivent étroitement l'évolution des populations bovines, passant de 4,1 Mt en 1990 à 5,5 Mt (hausse de 36 %) en 2005, avec un déclin subséquent à 4,7 Mt (-15 %). Comme c'était le cas pour la fermentation entérique, l'augmentation des poids moyens dans le cheptel bovin a également contribué à faire monter les émissions de N_2O. Les émissions de méthane suivent quant à elles étroitement les populations porcines; elles sont passées de 3,5 Mt en 1990 à 4,3 Mt en 2005 (augmentation de 23 %), pour ensuite retomber à 3,7 Mt (-13 %).

2.3.3.3. Sols agricoles (émissions de GES en 2014 : 23 Mt)

Les émissions des sols agricoles représentent 39 % des émissions agricoles totales. Elles résultent de l'épandage d'engrais azotés inorganiques et de la décomposition des résidus de culture, et sont modifiées par les pratiques de gestion culturale. Elles sont passées de 17 Mt en 1990 à 23 Mt en 2014, une hausse de 34 % principalement attribuable à l'épandage d'une quantité accrue d'engrais azotés inorganiques.

Les émissions causées par l'épandage d'engrais azotés inorganiques sont passées de 5,7 Mt en 1990 à 10,6 Mt en 2014, une hausse de 87 %, la consommation d'engrais azotés inorganiques étant quant à elle passée de 1,2 Mt N à 2,5 Mt N durant la même période. L'accroissement des ventes d'engrais azotés s'est principalement produit durant deux périodes : 1991-1997 et 2007-2013. La hausse observée est attribuable pendant la première période à l'intensification des systèmes culturaux et à la réduction des jachères d'été 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 jusque-là à des cultures pérennes. L'utilisation accrue d'engrais depuis 1990 a également fait augmenter de 1,3 Mt (110 %) 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 3,2 Mt en 2002 (une année de sécheresse) et un plafond de 6,4 Mt en 2013, principalement en raison des conditions météorologiques et de leur impact sur les rendements culturaux. Malgré la forte variabilité interannuelle de la production culturale, la production présente une tendance à la hausse durant la période de déclaration.

Les émissions produites par la fumure animale sont passées de 1,7 Mt en 1990 à 1,8 Mt en 2014, une hausse de 5 % qui fait écho à l'évolution des populations de bétail.

Les émissions issues des pratiques de gestion des terres cultivées, dont la jachère d'été, le travail du sol et l'irrigation, sont quant à elle passées de 2,1 Mt en 1990 à 0,3 Mt en 2014, une baisse de 85 % principalement attribuable aux efforts constants mis en œuvre pour adopter des pratiques de conservation du sol (plus de 17 millions d'hectares de terres cultivées depuis 1990) et intensifier les systèmes culturaux par la réduction de la mise en jachère (81 %).

2.3.4. Secteur de l'Affectation des terres, changement d'affection des terres et foresterie (émissions nettes de GES de 2014 : 72 Mt, non incluses dans les totaux nationaux)

Le secteur Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (ATCATF) déclare les flux de GES entre l'atmosphère et les terres aménagées du Canada. 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 des 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 et des absorptions de CO_2 de l'atmosphère et des émissions de gaz autres que le CO_2. Les émissions et les absorptions nettes du secteur montrent une forte variabilité au cours de la période visée par le rapport. En 2014, ce flux net a correspondu à des émissions de 72 Mt (Figure 2–19 et Tableau 2–10). Toutes les émissions et absorptions du secteur ATCATF sont exclues des totaux nationaux. Cependant, si on les incluait, les quelque 72 Mt augmenteraient d'environ 9,8 % le total des émissions canadiennes de GES

Figure 2–19 Flux net des émissions du secteur ATCATF par rapport au total des émissions canadiennes, 1990–2014

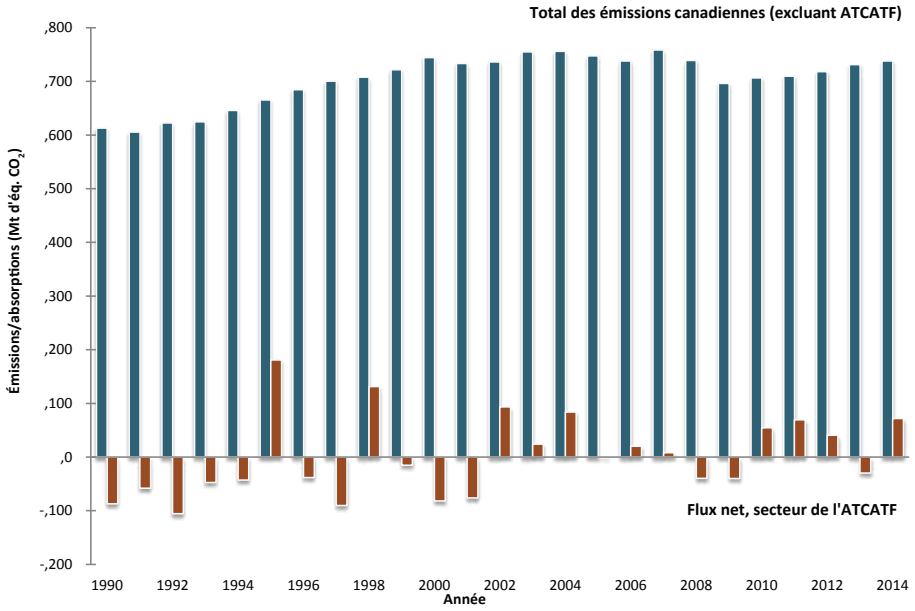


Tableau 2–10 Émissions/Absorptions de GES du secteur ATCATF, certaines

Categories sectorielles	Flux net de GES (Mt d'éq. CO_2)[2]								Variation Mt
	1990	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	1990-–2014
Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie TOTAL[1]	**- 87**	**0,5**	**- 40**	**55**	**69**	**41**	**- 30**	**72**	**160**
a. Terres forestières	- 250	- 150	- 170	- 83	- 71	- 100	- 170	- 64	180
b. Terres cultivées	10	- 8,6	- 9,6	- 9,4	- 9,4	- 9,2	- 8,9	- 8,4	-19
c. Prairie	0,6	0,9	0,4	0,3	0,6	1,6	0,7	0,7	0,0
d. Terres humides	5,9	4,3	3,9	3,9	3,7	3,7	3,6	3,4	-2,5
e. Établissements	4,3	4,0	4,0	3,8	3,9	3,9	3,9	3,7	-0,6
f. Produits ligneux récoltés	140	150	130	140	140	140	140	140	-1,9

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 CO_2 de l'atmosphère.

2.3.4.1. Terres forestières et produits ligneux récoltés (PLR) (émissions de GES en 2014 : 72 Mt)

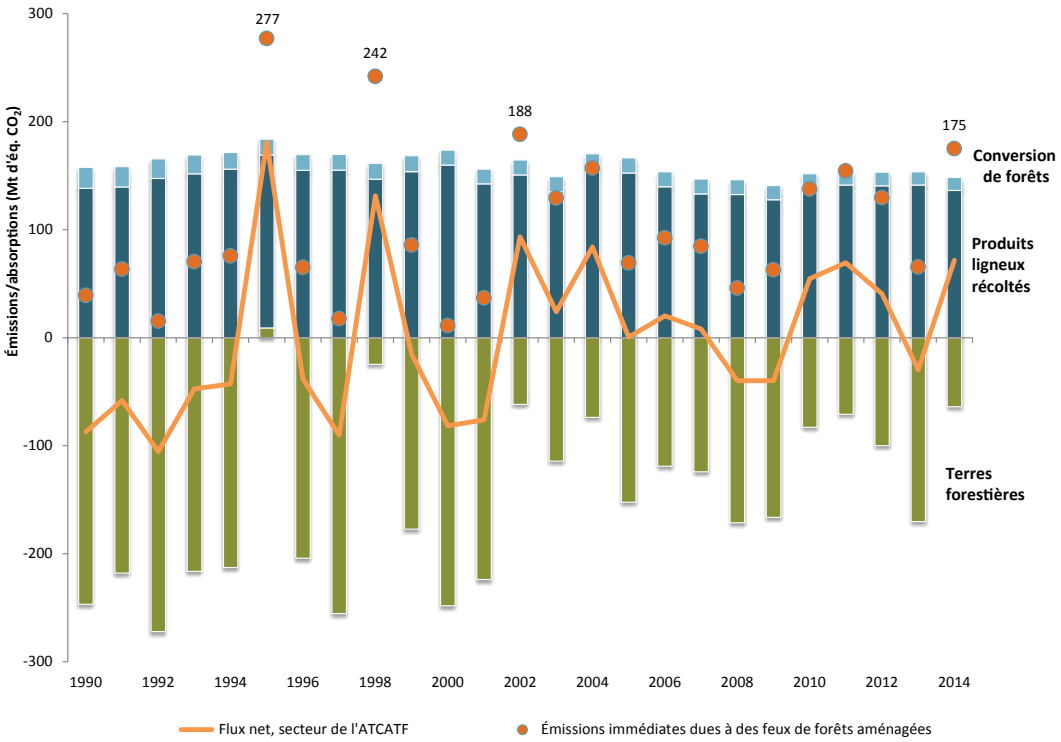
Les catégories combinées des terres forestières et des produits ligneux récoltés incluent les flux de GES entre l'atmosphère et les forêts aménagées du Canada ainsi que les émissions provenant des produits ligneux récoltés (PLR). Le flux net total attribuable aux forêts aménagées et aux PLR se chiffrait à 72 Mt en 2014, un nombre qui combine les absorptions nettes de 64 Mt des terres forestières et les émissions nettes de 136 Mt des PLR.

Les variations et les tendances dans le flux net en provenance des terres forestières sont fortement influencées par les perturbations naturelles. Les feux de friches, qui sont des événements naturels aléatoires et imprévisibles, ont causé à eux seuls des émissions variant entre 11 et 277 Mt durant la période 1990-2014 (Figure 2–20). Comme la superficie incendiée était beaucoup plus vaste en 2014 qu'en 2013 (1,3 million d'hectares contre 0,5 en 2013), on a enregistré une hausse des émissions imputables aux feux de friches (175 Mt comparativement à 66 Mt en 2013).

Les épidémies d'insectes dans les forêts de l'Ouest canadien continuent d'exercer des effets à long terme sur les tendances. De façon générale, les effets des perturbations naturelles sur les flux nets des forêts aménagées masquent des tendances sous-jacentes associées aux interventions humaines directes dans les forêts. On travaille à des méthodes permettant d'éliminer effectivement dans les futurs rapports l'impact des perturbations naturelles sur la variabilité et les tendances des émissions, par exemple en excluant temporairement les émissions/absorptions des terres forestières aménagées touchées par des perturbations naturelles incontrôlables.

La principale tendance directement associée aux activités humaines dans les forêts aménagées est une hausse de 24 % de la quantité de carbone extraite des forêts par récolte et

Figure 2–20 Flux net et principales causes des émissions et des absorptions de GES dans le secteur ATCATF, 1990-2014



transférée dans les produits ligneux récoltés entre 1990 et 2004, année record de récolte. Depuis 2004, les récoltes ont diminué, atteignant en 2009 le plus bas niveau des 25 années couvertes par le présent rapport. Les niveaux de récolte en 2014 demeurent inférieurs de 25 % à ceux de 2004. Cette tendance reflète la baisse de la demande mondiale en produits de la pâte et du papier et en bois d'œuvre canadiens (RNCan, 2015). Parmi le carbone qui, chaque année, est extrait des forêts et transféré aux PLR (en moyenne 12 % de la récolte annuelle), quelque 6 Mt consistent en du bois de chauffage récolté pour utilisation résidentielle au pays, la tendance étant relativement stable sur l'ensemble de la période de déclaration.

Les émissions des PLR reflètent le stockage à long terme du carbone dans le bois récolté des forêts canadiennes. Une proportion importante des émissions des PLR (25 % en 2014) résulte de la décomposition des produits ligneux à longue durée de vie qui atteignent la fin de leur vie utile plusieurs décennies après la récolte du bois; le reste fait écho aux tendances actuelles dans les taux de récolte des forêts. Les émissions de cette source varient entre 128 Mt en 2009, la plus faible année de récolte, et des pics de 160 Mt en 1995 et 2000 (Figure 2–20).

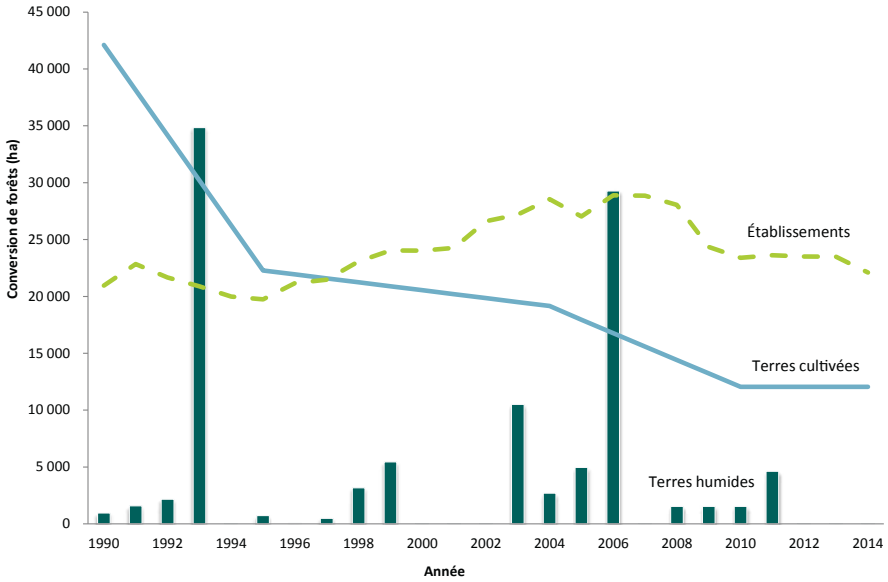
2.3.4.2. Conversion de forêts (émissions de GES en 2014 : 12 Mt[10])

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.

La conversion de forêts à d'autres affectations est une pratique courante, mais à la baisse au Canada. Elle dépend de diverses conditions à l'échelle nationale, notamment des cadres d'orientation et de réglementation, des forces du marché et de la richesse en ressources naturelles. Les facteurs économiques qui favorisent la conversion de forêts sont diversifiés, et il en résulte une hétérogénéité des régimes spatiotemporels de conversion des forêts (Kurz *et al.*, 2013). Depuis 1990, 1,2 million d'hectares de forêts ont été convertis au Canada. Du point de vue géographique, les plus hauts taux moyens de conversion de forêts sont observés dans les Plaines boréales (23 kha par an) et dans le Bouclier boréal est (8 kha par an), ce qui représente 46 % et 16 %, respectivement, de la perte totale de forêts au Canada depuis 1990.

10 Les émissions résultant de la conversion de forêts sont incorporées aux sommes des émissions des autres catégories d'affectation des terres; par conséquent, les 12 Mt déclarées dans cette section sont incluses dans les sommes associées aux totaux des autres catégories d'affectation des terres.

Figure 2–21 Tendances dans les taux annuels de conversion de forêts en terres cultivées, en terres humides et en établissements



Les émissions imputables à la conversion de forêts sont passées de 19 Mt en 1990 à 12 Mt en 2014. Ce déclin comprend une baisse de 5,0 Mt causée par la conversion de forêts en terres cultivées, et une baisse de 1,7 Mt attribuable à la conversion de forêts en terres humides.

Avec un taux annuel de conversion atteignant actuellement 22 kha, la conversion de terres forestières en établissements est le principal responsable des pertes de superficies forestières : 65 % en 2014, contre 33 % en 1990. Le déboisement au profit de l'expansion agricole (terres cultivées) est le deuxième facteur en importance de la conversion de forêts (35 % de toutes les pertes de superficies forestières en 2014). Les taux annuels de conversion ont diminué, passant de 42 kha en 1990 à 12 kha en 2014, 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., La Forge-1 en 1993 et Eastmain-1 en 2006, voir la Figure 2–21). La superficie cumulative de forêt convertie pour la création de réservoirs hydroélectriques et des infrastructures qui s'y rattachent équivaut à 149 kha, soit 12 % 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 2014 : 8,4 Mt)

La catégorie des terres cultivées comprend les effets des pratiques agricoles sur les émissions et les absorptions de CO_2 par les terres arables ainsi que les répercussions immédiates et à long terme de la conversion de forêts et de prairies en terres cultivées. La tendance reflète une baisse constante des émissions provenant des terres cultivées, notamment au cours de la période 1990-2006, qui sont passées d'une source nette de 10,5 Mt en 1990 à un puits net de 9,9 Mt en 2006, pour un changement total de 20 Mt. Cette tendance découle des changements apportés aux pratiques de gestion des terres agricoles dans l'Ouest canadien, comme l'adoption généralisée de pratiques de conservation du sol (quelque 17 millions d'hectares de terres cultivées depuis 1990) et une réduction de 81 % de la superficie en jachère d'été en 2014. Depuis 2006, les absorptions nettes ont diminué graduellement pour atteindre 8,4 Mt, étant donné l'approche de l'équilibre par le sol en tant que puits de carbone et la conversion accrue de cultures pérennes en cultures annuelles. Une diminution des émissions associées à la conversion de terres forestières en terres cultivées a aussi contribué à cette tendance (voir la section 2.3.4.2).

2.3.4.4. Autres sources/puits du secteur ATCATF (émissions de GES en 2014 : 7,8 Mt)

Les autres sources/puits du secteur ATCATF comprennent les établissements, les terres humides et les prairies, qui contribuent à hauteur de 3,7 Mt, 3,4 Mt et 0,7 Mt respectivement aux émissions nettes de 7,8 Mt déclarées en 2014, en baisse comparativement aux 11 Mt de 1990. La catégorie des établissements

englobe la croissance des arbres urbains (absorptions annuelles de 2,5 Mt tout au long de la période de déclaration) et les terres converties 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 des grands réservoirs aménagés avant 1990, 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 2014 : 29 Mt)

Le secteur des déchets comprend les émissions de GES provenant du traitement et de l'évacuation des déchets. Les émissions de ce secteur ont contribué à hauteur de 29 Mt (3,9 %) aux émissions totales du Canada en 2014, contre 26 Mt (4,2 %) en 1990, une hausse d'environ 2,5 Mt ou 9,6 % (Figure 2–22 et Tableau 2–11). Durant la même période, le total des émissions nationales de GES a crû de 20 %, et la population, de 28 %. Parmi les émissions totales de 29 Mt produites par ce secteur en 2014, 26 Mt (91 %) étaient attribuables à l'évacuation des déchets solides (qui englobe les sites d'enfouissement des déchets solides municipaux (DSM) et les sites d'enfouissement de déchets ligneux); 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 issues de l'incinération de biomasse) contribuaient respectivement pour 1,0 Mt, 1,1 Mt et 0,56 Mt.

2.3.5.1. Évacuation des déchets solides (émissions de GES en 2014 : 26 Mt)

On a estimé les émissions provenant de l'évacuation des déchets solides pour deux sources d'émissions : les sites d'enfouissement de DSM (22 Mt en 2014) et les sites d'enfouissement de résidus ligneux (4 Mt en 2014). Le taux de production de CH_4 à un site

Figure 2–22 Tendances dans les émissions canadiennes de GES provenant des déchets (1990-2014)

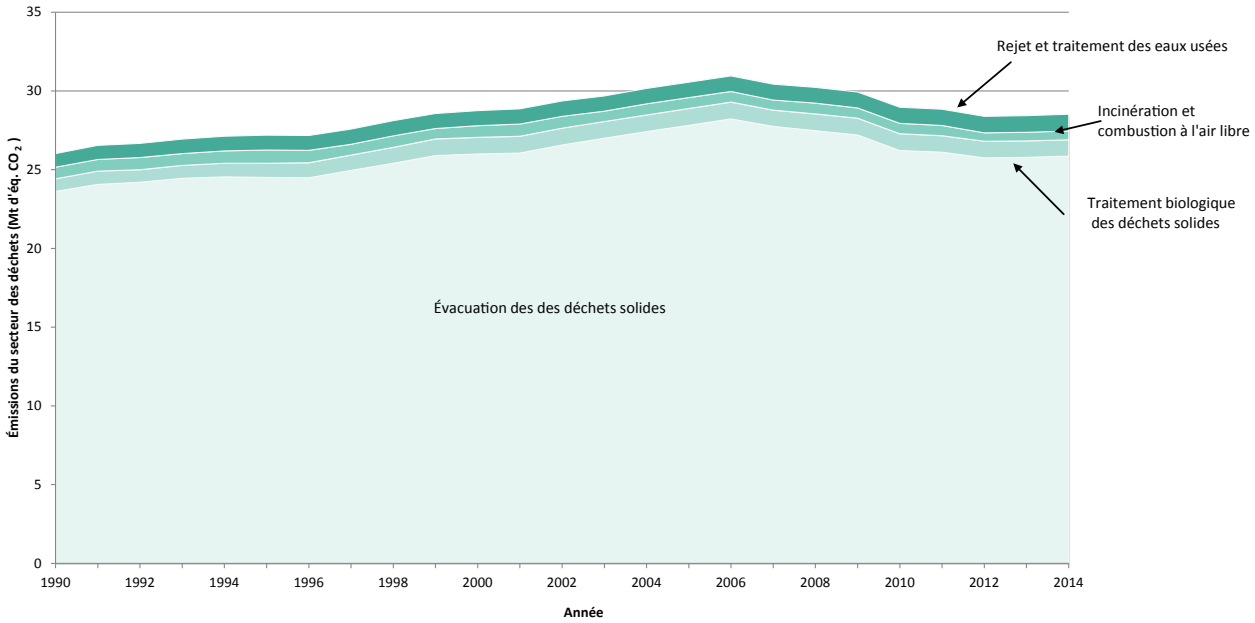
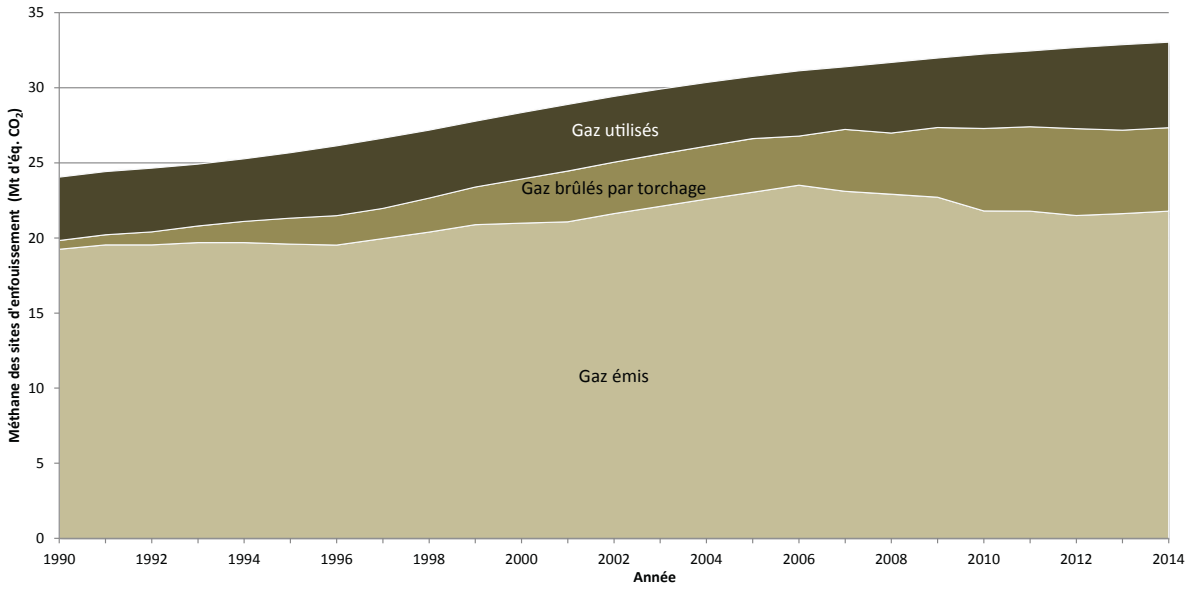


Tableau 2–11 Émissions de GES du secteur des Déchets, certaines années

Catégorie de sources de GES	Émissions de GES (Mt d'éq. CO_2)								Variation (%)
	1990	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	1990–-2014
Secteur des déchets	26	31	30	29	29	28	28	29	9,6%
Évacuation des déchets solides	24	28	27	26	26	26	26	26	9,5%
Traitement biologique des déchets solides	0,79	1,05	1,06	1,06	1,03	1,05	1,04	1,03	30%
Traitement et rejet des eaux usées	0,87	0,98	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	22%
Incinération et combustion à l'air libre des déchets	0,74	0,70	0,65	0,66	0,65	0,54	0,55	0,56	-24%

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

Figure 2–23 Proportion des gaz d'enfouissement utilisés par rapport à la quantité de gaz brûlé par torchage



d'enfouissement dépend de plusieurs facteurs, notamment la masse et la composition de la biomasse enfouie, la température du site d'enfouissement et l'humidité introduite dans le sol par la pluie. Le méthane produit par la décomposition de la biomasse dans les sites d'enfouissement de DSM représente 76 % des émissions de ce secteur.

Les émissions de méthane des sites d'enfouissement de DSM ont augmenté de 13 % entre 1990 et 2014. Sur les 33 Mt d'éq. CO_2 de CH_4 générées par les sites d'enfouissement de DSM en 2014, seulement 22 Mt (ou 66 % des émissions produites) étaient effectivement rejetées dans l'atmosphère. Les autres 11 Mt étaient captées et brûlées à 81 sites de collecte des gaz d'enfouissement. La quantité de CH_4 captée est passée de 20 % des émissions produites en 1990 à 34 % en 2014. Sur la quantité totale de CH_4 captée en 2014, 51 % (5,6 Mt) a servi à diverses fins énergétiques, et le reste a été brûlé par torchage (Environnement Canada, 2014).

Le captage des gaz d'enfouissement a contribué à contenir la croissance des émissions de CH_4 des sites d'enfouissement de DSM à 9 % par rapport aux niveaux de 1990, et à effectivement abaisser les émissions de cette catégorie entre 2006 et 2012. Les émissions ont connu, entre 2012 et 2014, une hausse graduelle causée par un plafonnement du nombre de sites d'enfouissement actifs et des quantités captées de gaz d'enfouissement (Figure 2–23).

2.3.5.2. Autres sources de déchets (émissions de GES en 2014 : 2,6 Mt)

Au fil de la série chronologique 1990-2014, les émissions de GES attribuables au traitement biologique des déchets solides (compostage) ainsi qu'au traitement et au rejet des eaux usées (traitement des eaux usées municipales et industrielles) ont augmenté de 30 % et 22 % respectivement, tandis que les émissions provenant de l'incinération et de la combustion à l'air libre ont diminué de 24 % (Figure 2–22 et Tableau 2–11). La croissance des émissions causées par le traitement et le rejet des eaux usées reflète l'augmentation de la population canadienne (28 %). 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 déclins d'émissions attribuables à la fermeture d'incinérateurs de DSM vétustes.

2.4. Émissions par secteur économique

Dans le présent rapport, les estimations d'émissions sont principalement regroupées en fonction des secteurs d'activités définis par le GIEC : Énergie, Procédés industriels et utilisation des produits (PIUP), Agriculture, Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (ATCATF), et Déchets. Tout en étant conforme aux directives de la CCNUCC pour la notification des inventaires, cette catégorisation permet de réallouer les émissions selon les secteurs économiques, ce qui est plus utile aux fins de l'analyse des tendances et des politiques puisque la plupart des gens associent les émissions de GES 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, les émissions sont regroupées selon les secteurs économiques suivants : pétrole et gaz, électricité,

transports, industries exposées au commerce et intensives en émissions[11], 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, dans les versions antérieures du rapport *Tendances en matière d'émissions au Canada* et dans les rapports biennaux à la CCNUCC (ECCC, 2016). 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.

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 chantier se refléteraient dans les estimations des secteurs économiques de l'agriculture ou de l'exploitation minière

L'annexe 10 contient une série de tableaux qui illustrent la répartition des émissions en fonction du secteur économique d'où elles proviennent pour chaque année de la série chronologique (1990-2014), et la relation entre les catégories ou secteurs économiques et les catégories ou secteurs du GIEC. Chaque secteur économique comprend les émissions résultant de procédés liés à l'énergie et non liés à l'énergie. En particulier, le secteur du pétrole et du gaz englobe toutes les émissions produites pendant l'exploitation, 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 exposées au commerce et intensives en émissions englobe toutes les émissions produites par les activités minières, 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.

2.4.1. Tendances des émissions par secteur économique

Pétrole et gaz

En 2014, le secteur du pétrole et du gaz a été responsable de la plus grande part d'émissions de GES au Canada (26 %). Entre 1990 et 2014, les émissions attribuables à ce secteur ont augmenté de 85 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 à 2014, en raison d'une diminution de la demande mondiale de produits pétroliers et de l'épuisement graduel des ressources pétrolières et gazières classiques au Canada (voir l'encadré ci-dessous).

Transports

Le secteur des transports arrive au deuxième rang des secteurs qui contribuent le plus aux émissions de GES du Canada; il représentait 23 % des émissions totales en 2014. Les émissions ont augmenté de 41 Mt (32 %) entre 1990 et 2005, mais depuis, les émissions du secteur se sont stabilisées. La section 2.3 analyse les principaux facteurs des tendances d'émissions associées au transport de personnes et de marchandises.

Électricité

En 2014, le secteur de l'électricité (en excluant la cogénération industrielle et commerciale) a contribué dans une proportion de 11 % 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. La section 2.3 analyse les

11 Le secteur des industries exposées au commerce et intensives en émissions englobe toutes les émissions produites par les activités minières autres que l'exploitation de pétrole et de gaz, c.-à-d. la fonte et l'affinage, les pâtes et papiers, la sidérurgie, le ciment, la chaux et le gypse, les produits chimiques et les engrais.

principaux facteurs des tendances d'émissions associées à la production d'électricité.

Industries exposées au commerce et intensives en émissions

Les émissions associées au secteur des industries exposées au commerce et intensives en émissions ont subi une certaine variation 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 12 Mt entre 2005 et 2014.

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 légèrement pendant la période de récession de 2008-2009 et sont depuis demeurées relativement stables. Depuis 1990, elles sont passées de 73 Mt à 87 Mt (hausse de 19 %).

Agriculture et déchets et autres

En général, les émissions du secteur agricole ont poursuivi lentement leur tendance à la hausse durant toute la période de déclaration, tandis que les émissions du secteur déchets et autres sont demeurées relativement stables.

Tendances dans le secteur pétrolier et gazier

Dans la représentation par secteur économique de l'industrie pétrolière et gazière, toutes les émissions reliées à la combustion (sources de combustion fixes, transport hors route, production d'électricité et de vapeur par les services publics et les industries) sont combinées aux émissions fugitives et aux émissions des procédés industrielles, pour brosser un profil complet des émissions de l'industrie.

En 2014, les émissions de l'industrie pétrolière et gazière sont principalement imputables à la catégorie des sables bitumineux (68 Mt, ou 35 %), suivie de la production et du traitement du gaz naturel (57 Mt, ou 29 %), de la production de pétrole classique (36 Mt, ou 18 %) et du raffinage du pétrole (21 Mt, ou 11 %). Les principaux facteurs responsables des émissions dans le secteur du pétrole et du gaz sont la croissance et les caractéristiques de la production (soit l'intensité, définie comme la quantité moyenne d'émissions de GES générées par un baril équivalent de pétrole).

Croissance de la production

De 1990 à 2014, la production de pétrole brut total a fait un bond de 135 % (Statistique Canada, 2015b), presque entièrement attribuable à l'exploitation des sables bitumineux au Canada, dont la production totale (production de bitume non valorisé et de pétrole brut synthétique) a grimpé de presque 560 %, la majeure partie de cette croissance étant survenue depuis 1996 (AER, 2015). Concurremment à ces hausses de production, les émissions provenant de la production de pétrole brut total affichent une progression de 64 Mt (environ 160 %), dont 53 Mt (345 %) uniquement pour les sables bitumineux.

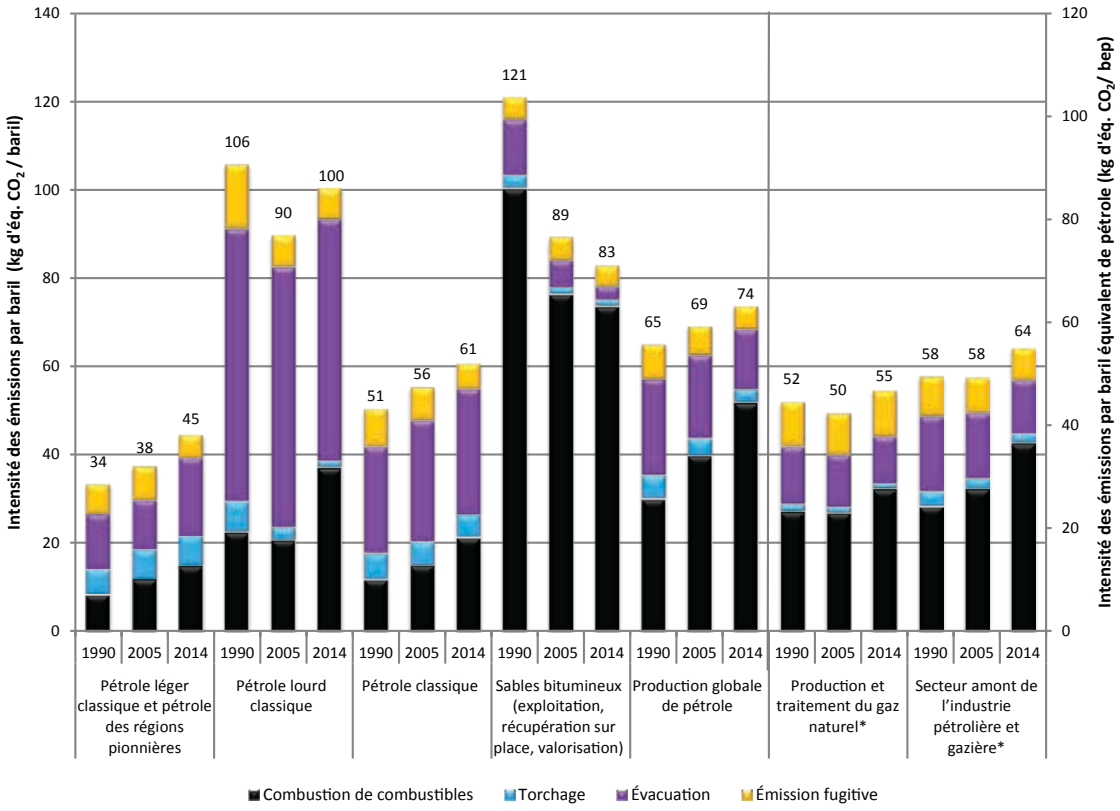
Caractéristiques de la production (intensité des émissions)

L'intensité des émissions attribuables à la production globale de pétrole au Canada a crû d'environ 11 % entre 1990 et 2014, passant de 65 à 74 kg d'éq. CO_2 par baril (Figure 2–24). 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 extraite 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 (121 kg d'éq. CO_2 par baril) à 2005 (89 kg d'éq. CO_2 par baril) environ, et est demeurée assez stable depuis. La baisse initiale de l'intensité des émissions était attribuable aux innovations technologiques, au renouvellement de l'équipement et à la fiabilité accrue des activités d'exploitation.

Figure 2–24 Intensité des émissions selon le type de source pour le pétrole et le gaz (1990, 2005 et 2014)



Notes :

L'intensité est basée sur les émissions totales des sous-secteurs et les quantités pertinentes de production. Elle correspond à une moyenne globale, non pas 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 m^3

Tableau 2–12 Détails des tendances des émissions de GES par secteur économique[1]

	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
				Mt d'éq. CO_2				
TOTAL NATIONAL DES GES	**613**	**747**	**696**	**706**	**710**	**718**	**731**	**732**
Pétrole et gaz	**107**	**159**	**160**	**162**	**164**	**176**	**187**	**192**
Industrie amont du pétrole et du gaz	88	136	137	140	143	153	164	170
Production et traitement du gaz naturel	36	58	52	51	50	53	57	57
Production de pétrole classique	24	31	29	29	30	32	35	36
Production de pétrole léger classique	12	12	12	12	14	15	16	17
Production de pétrole lourd classique	12	17	15	15	15	15	16	17
Production de pétrole des régions pionnières	0*	2	2	2	2	2	2	2
Sables bitumineux (exploitation, extraction sur place, valorisation)	15	34	48	53	55	60	64	68
Exploitation minière et extraction	4	10	13	15	15	16	16	18
Extraction sur place	3	8	15	19	20	24	26	30
Valorisation	8	16	20	19	20	21	21	20
Transport du pétrole et du gaz naturel	12	12	8	7	7	8	8	10
Industrie aval du pétrole et du gaz	20	23	23	22	21	23	23	23
Raffinage du pétrole	18	22	22	21	20	22	22	21
Distribution du gaz naturel	2	1	1	1	1	1	1	1
Électricité	**95**	**118**	**94**	**95**	**87**	**83**	**80**	**78**
Transports	**129**	**171**	**168**	**173**	**170**	**171**	**174**	**171**
Transport de passagers	83	97	96	97	95	95	98	95
Voitures, camions légers et motocyclettes	74	88	88	89	87	87	89	86
Transport par autobus, train et transport aérien intérieur	8	9	8	8	8	9	9	9
Transport de marchandises	36	62	65	67	67	69	69	68
Camions lourds, trains	30	55	57	60	61	62	63	62
Transport aérien et transport maritime intérieurs	6	8	7	8	6	7	6	6
Autres : à des fins récréatives, commerciales et résidentielles	10	11	7	8	9	8	7	9
Industries tributaires du commerce et à forte intensité d'émissions	**95**	**88**	**72**	**74**	**79**	**79**	**77**	**76**
Exploitation minière	6	6	7	7	8	8	8	8
Fonte et raffinage (métaux non ferreux)	17	14	12	11	11	10	11	10
Pâtes et papiers	15	9	7	7	7	7	7	7
Sidérurgie	16	19	15	16	17	17	15	16
Ciment	10	13	10	10	10	11	10	10
Chaux et gypse	3	3	2	3	3	3	2	3
Produits chimiques et engrais	29	23	20	21	23	24	24	24
Bâtiments	**73**	**85**	**83**	**81**	**86**	**84**	**85**	**87**
Industrie des services	27	40	38	37	40	41	40	41
Résidential	46	46	45	43	46	43	44	46
Agriculture	**57**	**70**	**67**	**68**	**69**	**70**	**73**	**73**
Utilisation de combustibles à la ferme	7	9	9	11	13	12	13	14
Cultures	16	17	19	19	19	21	24	22
Élevage	33	45	39	37	37	37	37	37
Déchets et autres	**56**	**56**	**52**	**54**	**55**	**55**	**55**	**54**
Déchets	26	29	31	29	29	28	28	29
Production de charbon	4	3	3	4	4	4	4	4
Industrie manufacturière légère, construction et exploitation forestière	26	23	19	21	22	22	22	22

Notes :
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.
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 de l'GIEC. Cette annexe présente des tableaux détaillés indiquant la correspondance entre les émissions attribuées aux deux ventilations.
* Moins de 0,5 Mt d'éq. CO_2
1. Veuillez vous reporter à l'Annexe 10 pour une description plus détaillée de la relation entre ces secteurs économiques et les secteurs et catégories du GIEC. Cette annexe fournit des tableaux détaillés indiquant la correspondance entre les émissions attribuées selon chacune des répartitions.

Chapitre 3

Énergie (secteur 1 du CUPR)

3.1. Aperçu

En 2014, le secteur de l'énergie a produit 594 Mt d'éq. CO_2 (81 %) des émissions totales de GES du Canada (Tableau 3–1). Le secteur de l'énergie comprend toutes les émissions de GES (CO_2, CH_4 et N_2O) résultant de la combustion de combustibles attribuable à des sources fixes et aux transports, ainsi que les émissions fugitives de l'industrie des combustibles fossiles[1].

Les émissions découlant de la combustion de combustibles de sources fixes englobent, par exemple, l'utilisation de combustibles fossiles 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. Seules les émissions de CH_4 et de N_2O qui résultent de la combustion de combustibles issus de la biomasse, comme le bois de chauffage résidentiel et les liqueurs résiduaires de l'industrie des pâtes et papiers, sont comptabilisées dans le secteur de l'énergie, tandis que les émissions de CO_2 résultant de la combustion de la biomasse sont déclarées comme poste pour mémoire dans les tableaux du cadre uniformisé de présentation des rapports (CUPR).

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.

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 comprises dans la catégorie Transports. Les émissions provenant des combustibles pour le transport (essence et diesel) par l'industrie minière, par l'industrie de l'extraction du pétrole et du gaz et par le secteur de l'agriculture et de la foresterie sont aussi incluses dans autres moyens de transport (hors route). Les émissions des combustibles de soute internationaux pour le transport aérien et maritime sont également déclarées comme poste pour mémoire dans les tableaux du CUPR.

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

Cette année, plusieurs nouveaux calculs ont été effectués dans le cadre de l'inventaire en raison des améliorations continues de la méthodologie et de la révision des données sur les activités. Le Tableau 3–2 présente un résumé de l'ampleur des changements causés par les nouveaux calculs pour le secteur de l'énergie.

De manière générale, les nouveaux calculs ont entraîné une augmentation de 1,9 Mt par rapport à la valeur déclarée pour 2013. Le changement total résulte principalement de la révision des données du secteur de l'énergie. Les « données révisées du secteur de l'énergie » représentent les données finales pour 2013 qui ont été intégrées (conformément aux pratiques normalisées) à titre de mise à jour aux données préliminaires utilisées dans

Tableau 3–1 Émissions de GES du secteur de l'énergie, années choisies

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (kt d'éq. CO_2)							
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Secteur de l'énergie	**482 000**	**603 000**	**597 000**	**570 000**	**574 000**	**576 000**	**590 000**	**594 000**
Activités de combustion de combustibles (1.A)	**433 000**	**534 000**	**536 000**	**516 000**	**518 000**	**519 000**	**532 000**	**534 000**
Industries énergétiques (1.A.1)	146 000	200 000	193 000	165 000	158 000	158 000	156 000	154 000
Industries manufacturières et construction (1.A.2)[1]	64 900	69 500	69 300	78 100	82 600	88 700	95 100	97 100
Transports (1.A.3)	148 000	181 000	195 000	199 000	199 000	198 000	204 000	203 000
Autres secteurs (1.A.4)	74 600	82 800	79 600	73 500	79 200	73 800	76 600	80 500
Émissions fugitives découlant des combustibles (1.B)	**49 000**	**70 000**	**61 000**	**54 000**	**55 000**	**57 000**	**58 000**	**60 000**
Transport et stockage du CO_2 (1.C)	I	**0,09**	**0,09**	**0,09**	**0,09**	**0,09**	**0,09**	**0,1**

Notes :
1. La catégorie Industries manufacturières et construction (1.A.2) comprend les émissions de l'exploitation minière, conformément aux Lignes directrices du GIEC. À l'annexe 9 et à l'annexe 10, l'exploitation minière a été regroupée avec l'extraction pétrolière et gazière, puisque la majeure partie des émissions de cette catégorie provient de l'extraction des sables bitumineux.

I = Inexistant

0 indique que les émissions ont été tronquées, parce qu'elles ont été arrondies.

Tableau 3–2 Changements des émissions de GES dus aux recalculs

Catégories du GIEC	1990	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013
1 Secteur de l'énergie	*Émissions globales de GES (Mt d'éq. CO_2)*							
Rapport d'inventaire de 2015	485	606	601	563	573	576	577	588
Rapport d'inventaire de 2016	482	603	597	560	570	574	576	590
Changement total découlant des recalculs	**-2,7**	**-2,9**	**-3,3**	**-3,1**	**-2,6**	**-2,4**	**-0,3**	**1,9**
1.A. Combustion de combustibles	-2,7	-2,9	-3,0	-2,9	-2,4	-2,2	-0,2	2,2
1.A.1., 1.A.2. et 1.A.4. – Sources fixes	-2,6	-2,5	-2,3	-2,1	-1,6	-1,5	0,7	2,7
1.A.3. – Transport	-0,1	-0,4	-0,7	-0,8	-0,8	-0,7	-0,8	-0,5
1.B. – Émissions fugitives; 1.C. – Transport et stockage de CO_2	-	0,0	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,3

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

le cadre de l'inventaire de l'an dernier[2]. Le chapitre 8 fournit un résumé des nouveaux calculs pour tous les secteurs.

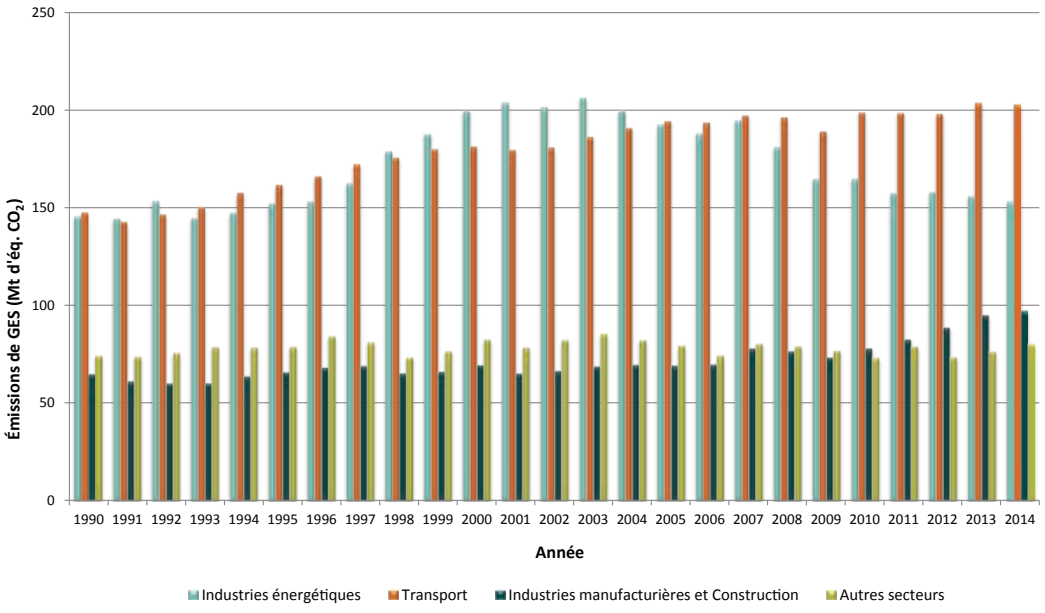
3.2. Activités de combustion de combustibles (catégorie 1. A du CUPR)

Les sources d'émissions du sous-secteur 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). Les méthodes employées pour calculer les émissions découlant de la combustion de combustibles sont uniformes et sont présentées à l'annexe 3.1, Méthodologie et données employées pour estimer les émissions dues à la combustion de combustibles fossiles. Elles sont conformes à la méthode de niveau 2 du GIEC (2006) qui précise les coefficients et les paramètres d'émission propres à chaque pays.

En 2014, la combustion de combustibles fossiles a généré environ 534 Mt (soit 73 %) des émissions de GES du Canada (Tableau 3–1). Les émissions globales de GES attribuables aux activités de combustion de combustibles ont augmenté de 23 % depuis 1990. Entre 1990 et 2014, les émissions imputables au sous-secteur des sources de combustion fixes (industries énergétiques [1.A.1], industries manufacturières et construction [1.A.2] et autres secteurs [1.A.4]) et à la catégorie des transports ont augmenté respectivement d'environ 16 % (45,9 Mt) et 38 % (56,2 Mt) (Figure 3–1).

2 Statistique Canada publie chaque année une version finale révisée des données (préliminaires) du secteur de l'énergie pour l'année précédente. Pour le moment, les données pour 2014 sont préliminaires (et seront révisées en 2017).

Figure 3–1 Émissions de GES attribuables à la combustion de combustibles, 1990-2014



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

On trouve à l'annexe 4 une explication exhaustive de ce sujet.

3.2.2. Combustibles de soute internationaux

D'après les lignes directrices 2006 du GIEC, les émissions provenant des combustibles vendus aux fins du transport international maritime et aérien ne doivent pas être incluses dans les totaux de l'inventaire national, mais doivent plutôt être estimées et déclarées séparément à titre d'émissions attribuables aux combustibles de soute internationaux.

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, 2003), 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'aéronefs 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 le RIN 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.

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 (Statistique Canada, 2003) 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

Les émissions provenant de l'utilisation de combustibles dans le secteur de l'énergie sont celles qui sont liées à la combustion de

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

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (kt d'éq. CO_2)							
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Transport aérien international	6 200	9 300	10 100	9 400	9 500	10 900	11 400	11 700
Transport aérien intérieur	7 200	7 700	7 600	6 500	6 200	7 300	7 500	7 400
Total	**13 300**	**17 000**	**17 800**	**15 900**	**15 700**	**18 200**	**18 900**	**19 000**

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

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

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (kt d'éq. CO_2)							
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Transport maritime international	3 100	3 100	3 100	2 400	1 700	1 400	1 500	1 300
Transport maritime intérieur	4 800	4 900	6 400	6 800	5 600	5 600	5 100	4 700
Total	**7 900**	**8 100**	**9 400**	**9 100**	**7 300**	**7 000**	**6 600**	**6 000**

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

combustibles pour la production de chaleur ou de travail. En plus d'être consommés aux fins de la production d'énergie, les combustibles fossiles sont consommés à des fins non énergétiques. Parmi les utilisations des combustibles fossiles à des fins non énergétiques figurent leur utilisation comme cires, solvants, lubrifiants et matières premières (y compris la fabrication d'engrais, de caoutchouc, de plastiques et de fibres synthétiques).

Les émissions provenant de l'utilisation de combustibles fossiles à des fins non énergétiques ont été incluses dans le secteur des processus industriels et de l'utilisation de produits (chapitre 4 du présent rapport), tandis que les émissions provenant de l'utilisation des combustibles fossiles associées aux activités de torchage de l'industrie pétrolière et gazière sont incluses dans la catégorie des émissions fugitives (section 3.3. du présent chapitre).

Reportez-vous au chapitre sur les processus industriels et l'utilisation de produits (chapitre 4) pour obtenir davantage d'information sur l'utilisation de matières premières et de combustibles fossiles à des fins non énergétiques, ainsi que sur les questions méthodologiques associées au calcul des émissions provenant de ces sources.

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

3.2.4.1. Description de la catégorie de source

La catégorie Industries énergétiques est subdivisée en trois sous-catégories : Production d'électricité et de chaleur dans le secteur public, Raffinage du pétrole, de même que Fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques.

En 2014, la catégorie Industries énergétiques a représenté 154 Mt (plus de 21 %) des émissions totales de GES du Canada, une hausse de 7 % des émissions totales de GES depuis 1990. La sous-catégorie de la production d'électricité et de chaleur du secteur public a représenté 56 % (88 Mt) des émissions de GES des industries énergétiques, tandis que les sous-catégories Raffinage du pétrole, Fabrication de combustibles solides et Autres industries énergétiques y ont contribué dans une proportion de 10,7 % (16,8 Mt) et de 32,9 % (51,3 Mt) respectivement (Tableau 3–5). On trouvera d'autres analyses des tendances des émissions de la catégorie Industries énergétiques dans le chapitre consacré aux tendances (chapitre 2).

La catégorie 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 qu'une bonne quantité des émissions de GES dues à la production, à la transformation et au raffinage des combustibles fossiles. Plus particulièrement, la sous-catégorie Fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques comprend les émissions de GES associées à la combustion de combustibles à l'interne (p. ex. une installation pétrolière et gazière brûlant le gaz naturel qu'elle a produit ou une mine de charbon brûlant le charbon qu'elle a produit), tandis que les émissions découlant de la combustion de combustibles achetés par les mêmes industries sont incluses dans Autres – Exploitation de mines (sauf combustibles) et Exploitation de carrières sous la catégorie Industries manufacturières et construction, et dans Transport par pipeline et autres moyens de transport (hors route) sous la sous-catégorie Autres transports. Les émissions sont ainsi attribuées faute de données sur la consommation de carburants à un niveau inférieur de désagrégation. Les émissions dues à la combustion provenant du transport de pétrole et de gaz naturel par pipeline entrent dans le poste Autres transports, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Même si elles sont en réalité attribuables aux industries énergétiques, les émissions provenant des activités d'évacuation et de torchage dues à la production, à la transformation et au raffinage des combustibles fossiles sont déclarées comme émissions fugitives (reportez-vous à la section 3.3 Émissions fugitives découlant des combustibles [catégorie 1.B du CUPR]).

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

La sous-catégorie 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

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

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (kt d'éq. CO_2)							
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Production d'électricité et de chaleur dans le secteur public	94 500	131 000	124 000	102 000	94 500	91 500	87 800	85 500
Raffinage du pétrole	17 100	17 300	20 200	18 100	17 600	18 700	18 000	16 800
Fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques[1]	34 300	51 100	48 700	45 100	45 700	48 100	50 500	51 300
Industries énergétiques TOTAL (1.A.1)	**146 000**	**200 000**	**193 000**	**165 000**	**158 000**	**158 000**	**156 000**	**154 000**

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

1. Une partie des émissions attribuables à l'extraction pétrolière et gazière est incluse dans la catégorie Industries manufacturières et construction – Exploitation de mines (à l'exclusion des combustibles) et exploitation de carrières..

combustibles dans les centrales thermiques du secteur public. Les émissions estimées de GES de cette sous-catégorie n'incluent pas les émissions issues de la production industrielle d'énergie, ces émissions ayant plutôt été attribuées à des secteurs industriels spécifiques.

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 relativement faible comparée à celle des 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 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. Par conséquent, les estimations de GES de cette catégorie correspondent en bonne partie 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, au mazout lourd, au gaz naturel ou à la biomasse. Les moteurs alternatifs peuvent consommer du gaz naturel ou une combinaison de PPR. 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 Raffinage du pétrole comprend les émissions directes dues à la production de produits pétroliers à partir de matières premières brutes. Le brut conventionnel ou synthétique est transformé par distillation et par d'autres procédés en produits pétroliers, comme du mazout lourd, du mazout résidentiel, du carburant d'aviation, de l'essence et du carburant diesel. La chaleur qu'exigent ces procédés provient de la combustion de combustibles générés à l'interne (comme les gaz de distillation) ou de combustibles achetés (comme le gaz naturel). Le CO_2 qui est un sous-produit de la production d'hydrogène dans le reformage à la vapeur du gaz naturel entre dans la catégorie des émissions fugitives découlant des combustibles (section 3.3).

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

La sous-catégorie Fabrication de combustibles solides et autres industries énergétiques comprend les émissions attribuables à la combustion des propres 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 des mines de charbon. Les émissions découlant des combustibles achetés par les industries et qui sont attribuables aux mines de charbon et à l'extraction du pétrole et du gaz (y compris l'exploitation, l'extraction et la valorisation des sables bitumineux) sont déclarées dans la sous-catégorie Industries manufacturières et construction – Industries extractives (à l'exclusion de l'extraction de combustibles), tandis que les émissions attribuables au transport par pipeline et à l'utilisation des combustibles (essence et diesel) destinés au transport hors route dans les mines de charbon et dans le secteur de l'extraction du pétrole et du gaz sont inscrites sous Hors route (catégorie 1.A.3.e.ii du CUPR). Ces attributions sont dictées par les limites en matière de données sur les combustibles du bilan énergétique national de Statistique Canada, qui ne peut être subdivisé davantage.

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, ce qui entraîne à la fois des émissions de combustion et des émissions fugitives.

3.2.4.2. Questions de méthodologie

Les émissions de toutes les catégories de sources sont calculées à l'aide de la méthode décrite à l'annexe 3.1 et reposent principalement sur les statistiques sur la consommation de combustibles présentées dans le *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* (Statistique Canada, 2003). La méthode est conforme à la méthode de niveau 2 du GIEC en ce qui concerne les coefficients d'émission propres à chaque pays.

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 Production d'électricité et de chaleur dans le secteur public doit inclure les émissions produites par les fournisseurs dont la principale activité est la production d'électricité et de chaleur pour usage public. Les émissions de GES produites par les fournisseurs qui produisent de l'électricité et de la chaleur comme activité de soutien et non comme activité principale (production industrielle) sont attribuées à la catégorie d'industrie qui produit l'énergie dans le secteur industriel approprié du secteur

de l'énergie, que l'énergie soit produite pour être vendue ou pour être utilisée à l'interne. Les données de Statistique Canada sur l'utilisation des combustibles, présentées dans le BDEEC, établissent une distinction dans les données sur la production d'électricité industrielle, mais elles les regroupent dans une seule catégorie intitulée Production d'électricité industrielle. Les émissions de GES dues à la production d'électricité industrielle ont été réattribuées selon leurs sous-catégories industrielles respectives à l'aide des données du BDEEC. La méthode utilisée est décrite en détail à l'annexe 3.1.

Les *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre* (GIEC, 2006) divisent la sous-catégorie Production d'électricité et de chaleur du 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 trois sous-catégories, et sont rassemblées en une seule catégorie intitulée « électricité – par les services publics ». Les émissions de GES de la catégorie Production d'électricité par les services publics du BDEEC sont désagrégées dans les sous-catégories du CUPR Production d'électricité et production combinée de chaleur et d'électricité, à l'aide des données d'entrée du BDEEC. L'annexe 3.1 décrit plus en détail la méthodologie employée.

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 CH_4 et de N_2O issues de la combustion de la biomasse ont été réattribuées à leurs catégories respectives d'après les données du BDEEC. Les émissions de CO_2 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)

Pour cette sous-catégorie, on calcule les émissions en prenant en compte toute l'utilisation de combustibles attribuable au secteur du raffinage du pétrole et en incluant tous les produits pétroliers (y compris les gaz de distillation, le coke de pétrole et le carburant diesel) 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 découlant des combustibles (section 3.3.2). Afin d'éviter la double comptabilisation, on a soustrait les données sur l'utilisation de combustibles et les émissions du torchage.

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 (y compris le coke de pétrole, les gaz de distillation, le gaz naturel, les GNL et le charbon). 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 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 l'annexe 3.2.

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

La plage d'incertitude estimative de la catégorie Industries énergétiques est de ±7 % pour le CO_2, le CH_4 et N_2O combinés et de ±7 % pour le CO_2 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 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 Raffinage du pétrole, les coefficients d'émission de CO_2 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 CO_2 des combustibles commerciaux. Les coefficients d'émission de CO_2 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 CH_4 (±21 %) et de N_2O (±39 %) 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 CH_4 et de N_2O de certaines des fourchettes des coefficients d'émission et des fonctions de densité de probabilité élaborées par ICF Consulting, le temps n'ayant pas permis de faire vérifier ces hypothèses par des experts de l'industrie. Les estimations relatives à la catégorie des industries énergétiques sont uniformes dans le temps et sont calculées selon la même méthode. On trouvera une analyse des données sur les activités, fondée sur

les renseignements du BDEEC relatifs à l'utilisation des combustibles, à la section 3.2.4.5 Recalculs.

Environ 84 % des émissions générées en 2014 par la sous-catégorie de la fabrication des combustibles solides et des autres industries énergétiques sont dues à la consommation de gaz naturel 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*. Le degré d'incertitude pour ce combustible subit l'influence des coefficients d'émission de CO_2 (±6 %) et de CH_4 (de 0 % à 240 %) pour la consommation de gaz naturel brut. On a utilisé des coefficients d'émission pour le gaz naturel qui ont été pondérés à l'échelle provinciale pour estimer les émissions du secteur du gaz naturel, 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

Des contrôles de la qualité ont été réalisés sous une forme compatible 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.

3.2.4.5. Recalculs

Plusieurs améliorations ont permis d'accroître l'exactitude des données ainsi que leur comparabilité et leur uniformité par rapport aux Lignes directrices 2006 du GIEC et aux directives de la CCNUCC pour la notification des inventaires. Comme il est indiqué plus en détail ci-dessous, les données sur les activités et les coefficients d'émission révisés ont contribué à améliorer les estimations des émissions (fixes) découlant de la combustion de combustibles.

Les émissions déclarées pour 2013 ont augmenté de 1,9 Mt d'éq. CO_2 comparativement au rapport précédent en raison de la mise à jour de ces coefficients d'émission et des données sur les activités.

Données sur les activités : Les révisions apportées aux données sur les activités suivantes ont entraîné de nouveaux calculs :

- Les données pour 2013 du BDEEC, pour tous les types de combustibles, ont été révisées par Statistique Canada, et les estimations ont été recalculées en conséquence.

Coefficients d'émission : Les révisions apportées aux coefficients d'émission suivants ont entraîné de nouveaux calculs pour la totalité de la série chronologique (sauf indication contraire) :

- Le coefficient d'émission de CO_2, de CH_4 et de N_2O pour le bois de chauffage résidentiel, basé sur les lignes directrices 2006 du GIEC.
- Le coefficient d'émission de CO_2 de 2013 pour le gaz de distillation et le coke de pétrole a été révisé d'après les données mises à jour de l'industrie (CIEEDAC, 2015).
- Les nouveaux coefficients d'émission de CH4 pour le gaz de distillation et l'essence à moteur, basés sur les lignes directrices 2006 du GIEC.

3.2.4.6. Améliorations prévues

Environnement Canada, Ressources naturelles Canada et Statistique Canada œuvrent de concert à améliorer continuellement la qualité sous-jacente du bilan énergétique national et à désagréger plus avant les données sur l'utilisation des combustibles.

Par exemple, on mène actuellement une analyse pour évaluer la disponibilité des coefficients régionaux (provinciaux et territoriaux) de conversion énergétique du gaz naturel à compter de l'année 1990, pour suivre adéquatement le changement de densité énergétique à l'échelle nationale. Dorénavant, on mettra l'accent sur la formulation de valeurs régionales représentatives pour le chauffage au gaz naturel afin de les utiliser dans l'établissement des coefficients d'émission de dioxyde de carbone dans les unités énergétiques, en conformité avec les recommandations de l'équipe d'experts. En outre, des travaux sont en cours pour évaluer la possibilité d'élaborer un inventaire ascendant pour la sous-catégorie Production d'électricité et de chaleur du 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 Production combinée de chaleur et d'électricité et 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. La CCNUCC a défini six sous-catégories, présentées séparément ci-après, dans la catégorie Industries manufacturières et construction.

En 2014, la catégorie Industries manufacturières et construction était responsable de 97,1 Mt (13,3 %) des émissions totales de GES du Canada, avec une augmentation de 49,6 % (32,2 Mt) de toutes les émissions depuis 1990 (reportez-vous au Tableau 3–6 pour plus de détails). Toujours dans la même catégorie, 65,7 Mt (67,7 %) des émissions de GES proviennent de 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	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Sidérurgie	4 950	6 210	5 550	4 440	5 270	5 480	5 560	6 100
Métaux non ferreux	3 320	3 590	3 620	2 990	3 310	2 930	3 070	2 870
Produits chimiques	8 260	10 820	8 320	9 910	11 110	10 960	11 580	12 060
Pâtes, papier et imprimerie	14 600	12 600	8 700	6 000	6 300	6 000	6 300	6 300
Transformation des aliments, boissons et tabac[1]	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
Produits minéraux non métalliques	3 960	4 630	5 430	4 070	4 300	4 010	3 840	4 060
Autre	29 900	31 600	37 700	50 700	52 400	59 300	64 800	65 700
Exploitation minière[2]	6 800	12 240	19 120	35 350	36 420	42 880	48 310	50 010
Construction	1 880	1 080	1 450	1 510	1 350	1 370	1 280	1 290
Autres industries manufacturières	21 200	18 200	17 100	13 900	14 600	15 100	15 200	14 400
Industries manufacturières et construction - TOTAL (1.A.2)	**64 900**	**69 500**	**69 300**	**78 100**	**82 600**	**88 700**	**95 100**	**97 100**

Notes :
1. Les émissions résultant de la transformation des aliments, des boissons et du tabac font partie des Autres industries manufacturières..
2. L'exploitation minière est incluse dans Industries manufacturières et construction, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC. À l'annexe 9 et à l'annexe 10, l'exploitation minière a été regroupée avec l'extraction pétrolière et gazière, puisque la majeure partie des émissions de cette catégorie provient de l'extraction des sables bitumineux.

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

3

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 (12,1 Mt, 12,4 %), Pâtes et papiers et imprimerie (6,3 Mt, 6,5 %), Sidérurgie (6,1 Mt, 6,3 %), Produits minéraux non métalliques (4,1 Mt, 4,2 %) et Métaux non ferreux (2,9 Mt, 3 %). Les émissions de GES du secteur Transformation des aliments, boissons et tabac entrent dans la sous-catégorie Autres de la catégorie Industries manufacturières et construction, étant donné que les données sur l'utilisation des combustibles n'existent pas à un niveau de désagrégation suffisant.

Les émissions de GES résultant de la combustion de combustibles par une industrie pour produire de l'électricité ou de la vapeur ont été attribuées à la sous-catégorie industrielle correspondante. Les émissions de GES résultant de l'utilisation de combustibles fossiles comme matières premières ou comme réactifs chimiques, notamment comme coke métallurgique dans la réduction du minerai de fer, sont déclarées à la rubrique des procédés industriels et de l'utilisation des produits pour éviter la double comptabilisation des émissions.

3.2.5.2. Questions de méthodologie

Pour chaque sous-catégorie de la catégorie Industries manufacturières et 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, 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 déclarées dans la catégorie Transports (section 3.2.6 – Transports, catégorie 1.A.3 du CUPR). Les émissions de CH_4 et de N_2O provenant de la combustion de la biomasse ont également été incluses dans la sous-catégorie pertinente de la catégorie Industries manufacturières et construction. Les émissions de CO_2 résultant de la combustion de biomasse ne sont pas comprises dans les totaux, mais sont déclarées 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 fabriquant l'ensemble du coke métallurgique à base de charbon produit 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 processus dans l'établissement (p. ex. chaudières, haut fourneau, four à coke). Ainsi, les émissions attribuables à la production de coke sont incluses dans la sous-catégorie Sidérurgie. En raison de l'intégration des usines, tout le gaz produit dans les fours à coke est utilisé sur place, et ces données sont déclarées dans le BDEEC. Étant donné la façon dont la consommation de combustibles est déclarée par l'industrie sidérurgique, il est impossible de calculer la quantité de gaz qui est produite dans les fours à coke et perdue sous forme d'émissions fugitives provenant des activités de torchage. Toutefois, d'après Statistique Canada, la quantité de combustibles torchés est incluse dans les statistiques sur l'énergie, ce qui signifie que ces données tiennent également compte des émissions fugitives.

Toutes les émissions attribuables à l'utilisation de coke métallurgique comme réactif pour la réduction du minerai de fer dans les

hauts fourneaux sont attribuées au secteur Procédés industriels et utilisation de produits.

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

Toutes les données sur l'utilisation des combustibles dans cette sous-catégorie proviennent du BDEEC.

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

Les émissions découlant des combustibles utilisés comme matières premières sont déclarées dans le secteur Procédés industriels et utilisation de produits.

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

Toutes les données sur l'utilisation des combustibles dans cette sous-catégorie proviennent du BDEEC.

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 sous forme désagrégée. Les émissions de GES de cette sous-catégorie sont incluses dans la sous-catégorie Autres industries manufacturières.

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

Toutes les données sur l'utilisation des combustibles dans cette catégorie proviennent du BDEEC.

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. La consommation de carburant diesel des véhicules hors route utilisés sur les sites d'exploitations minières (qui comprend aussi l'utilisation du diesel pour l'exploitation ainsi que l'extraction du pétrole et du gaz) a été attribuée à la catégorie Hors route (catégorie 1.A.3.e.ii du CUPR).

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

Le degré estimatif d'incertitude de la catégorie Industries manufacturières et construction est de ±2 % pour le CO_2, le CH_4 et le N_2O combinés. Les données de départ sur les quantités de combustibles et les coefficients d'émission de CO_2 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. La valeur de l'incertitude liée au coefficient d'émission de CO_2 pour le charbon a été mise à jour avec un intervalle de confiance à 95 % (voir la section 3.2.4.3).

Comme mentionné dans l'analyse sur le degré d'incertitude de la catégorie Industries énergétiques, il faut solliciter l'avis d'experts pour améliorer le degré estimatif d'incertitude pour le CH_4 et le N_2O 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), puisque ces hypothèses n'ont pas été analysées par des experts de l'industrie, faute de temps durant la préparation de l'étude.

Les estimations relatives à la catégorie Industries manufacturières et construction ont été établies de manière cohérente dans le temps au moyen de la même méthode. On trouvera une analyse des données sur l'utilisation des combustibles mises à jour par le BDEEC à la section 3.2.1.5 Recalculs.

3.2.5.4. AQ/CQ et vérification

Des contrôles de la qualité ont été réalisés sous une forme compatible 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 ont été effectués sur l'ensemble du modèle d'estimation des émissions de GES de la combustion fixe, ce qui incluait la vérification des coefficients d'émission, des données sur les activités et des estimations du CO_2, du CH_4 et du N_2O pour toute la série chronologique. 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

Les coefficients d'émission révisés et les données de 2013 du BDEEC ont entraîné des recalculs et accru la précision des estimations des émissions pour la catégorie Industries manufacturières et construction. On trouvera plus de détails à la section 3.2.4.5 Recalculs.

3.2.5.6. Améliorations prévues

Environnement Canada, Ressources naturelles Canada et Statistique Canada collaborent à améliorer constamment la qualité de départ du bilan énergétique national et à désagréger plus avant les données sur l'utilisation des combustibles.

En outre, l'équipe d'experts a 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, les données actuelles de Statistique Canada sur l'utilisation des combustibles ne désagrègent pas cette source à un 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)

3

Les émissions attribuables au secteur des transports totalisent 203 Mt, soit 20 % des émissions totales de GES du Canada (voir le Tableau 3–7). La plus forte croissance des émissions depuis 1990 a été observée dans les camions légers à essence et les véhicules lourds diesel; cette croissance se chiffre à 131 % (27,2 Mt) pour les camions légers à essence et à 218 % (0.4 Mt) et 142 % (28.0 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 17,4 Mt depuis 1990. La catégorie des transports a affiché une augmentation de 37 % et est responsable de 46 % de l'augmentation globale totale des émissions observée au Canada.

3.2.6.1. Description de la catégorie de source

La catégorie Transport 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 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 du modèle des émissions mobiles de gaz à effet de serre du Canada (MEMGES) et du 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 du sous-secteur des transports, à l'exception de celles du transport par pipeline (énergie nécessaire au transport par pipeline de produits liquides ou gazeux). Voir l'annexe 3.1 pour obtenir une description détaillée des méthodes relatives aux transports.

Tableau 3–7 Contribution des transports à la production de GES

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (kt d'éq. CO_2)							
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Vols intérieurs	7 200	7 700	7 600	6 500	6 200	7 300	7 500	7 400
Transports routiers	99 500	121 000	136 000	142 000	140 000	141 000	144 000	140 000
Véhicules légers à essence	50 200	45 200	44 100	40 500	38 200	36 900	37 300	34 300
Camions légers à essence	20 800	35 500	41 500	45 500	45 100	46 000	48 500	47 900
Véhicules lourds à essence	5 890	7 330	7 160	7 900	7 510	7 810	8 220	7 910
Motos	76,6	83,6	130	163	161	166	167	161
Véhicules légers au diesel	479	494	522	624	686	758	850	847
Camions légers au diesel	200	384	405	479	479	501	597	636
Véhicules lourds au diesel	19 700	30 900	41 800	46 300	46 800	47 700	48 100	47 700
Véhicules au propane et au gaz naturel	2 200	1 100	730	780	820	880	720	790
Transport ferroviaire	6 900	6 600	6 600	6 600	7 500	7 600	7 300	7 500
Navigation intérieure	4 800	4 900	6 400	6 800	5 600	5 600	5 100	4 700
Autres modes de transport	29 000	41 000	38 000	37 000	39 000	37 000	39 000	43 000
Véhicules hors route à essence	5 300	5 500	6 100	5 200	4 800	4 500	4 300	6 300
Véhicules hors route au diesel	17 000	24 000	21 000	26 000	29 000	27 000	28 000	29 000
Transport par pipeline	6 910	11 300	10 200	5 720	5 650	5 730	6 720	7 890
Transports - TOTAL (1.A.3.)	**148 000**	**181 000**	**195 000**	**199 000**	**199 000**	**198 000**	**204 000**	**203 000**

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

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 Hors route (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 à chaque 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, 2003). 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, 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 qui sert à estimer les émissions de GES du transport routier est une méthode détaillée de niveau 3 du GIEC (à l'exception des véhicules au propane et au gaz naturel, pour lesquels on suit une méthode de niveau 2 du GIEC pour les émissions de CO_2 et une méthode de niveau 1 du GIEC pour les émissions de CH_4 et de N_2O) telle qu'elle figure dans les lignes directrices 2006 du GIEC. Le MEMGES dissocie les données sur les véhicules et calcule les émissions de CO_2, de CH_4 et de N_2O de toutes les sources mobiles, à l'exception des pipelines.

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 CO_2 et une méthode de niveau 1 du GIEC pour les émissions de CH_4 et de N_2O (GIEC, 2006). Les estimations des émissions sont effectuées au moyen du MEMGES. Les données sur la vente de carburant provenant du BDEEC (Statistique Canada, 2003) et déclarées à la rubrique Transport ferroviaire sont multipliées par les coefficients d'émission propres à chaque pays.

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 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 CO_2 et à la technique de niveau 1 du GIEC pour les émissions de CH_4 et de N_2O (GIEC, 2006), et les émissions sont estimées au moyen du MEMGES. 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 à chaque pays.

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

Les pipelines[3] 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 à chaque pays et les données sur la consommation de combustible du BDEEC sont appliquées à cette sous-catégorie.

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 qui ne sont pas autorisés à circuler sur les chemins

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

ou les grandes routes. Le transport hors route[4] (véhicules et équipement terrestre, non ferroviaire) englobe les émissions de GES résultant de la combustion de l'essence et du carburant diesel. Parmi les véhicules de cette sous-catégorie figurent les tracteurs agricoles, les débusqueuses, les véhicules de construction et les véhicules miniers mobiles ainsi que les véhicules récréatifs hors route. L'équipement de cette sous-catégorie inclut le matériel à combustion pour pelouses et jardins utilisé à des fins commerciales et résidentielles, les génératrices, les pompes et les appareils de chauffage portables.

L'industrie consomme une quantité considérable de carburant diesel pour alimenter les véhicules hors route. Les industries du bâtiment et des mines (y compris l'extraction du charbon, le forage de puits et l'exploitation du pétrole et du gaz naturel) exploitent toutes les deux de grands nombres de véhicules lourds hors route et sont les plus gros consommateurs de carburant diesel de ce groupe.

Les émissions hors route sont calculées au moyen d'une méthode de niveau 2 du GIEC (GIEC, 2006). Pour ces estimations, les émissions sont fondées sur les coefficients d'émission propres à chaque pays et à la quantité totale de carburant consommé.

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

Dans la catégorie Transports, on emploie une analyse de Monte-Carlo du degré d'incertitude qui est fondée, en partie, sur les résultats présentés dans l'étude intitulée *Quantitative Assessment of Uncertainty in Canada's National GHG Inventory Estimates for 2001* (ICF Consulting, 2004). De manière générale, pour la catégorie Transports, l'étude d'ICF Consulting a incorporé les valeurs d'incertitude associées aux coefficients d'émission de CO_2, de CH_4 et de N_2O issues de deux autres rapports : McCann (2000) et SGA Energy Ltd (2000). L'étude d'ICF Consulting a intégré dans son analyse de Monte-Carlo des valeurs déterminées dans ces rapports, ainsi que des avis d'experts concernant l'incertitude des données sur les activités contribuant aux estimations de la catégorie Transports.

Les modifications apportées à l'évaluation initiale incluent l'établissement du degré d'incertitude relatif aux coefficients d'émission propres aux biocombustibles du fait que l'on supposait l'existence de similarités dans les technologies de contrôle des émissions entre les biocombustibles et les combustibles classiques utilisés dans les transports. Les degrés d'incertitude relatifs aux coefficients d'émission de CH_4 et de N_2O du carburéacteur ont été actualisés pour mieux tenir compte des améliorations apportées par le modèle MEGESA. Un certain nombre de degrés d'incertitude relatifs aux coefficients d'émission de CH_4 et de N_2O des véhicules routiers ont également été modifiés à la lumière de récentes données de laboratoire. De plus, une vérification approfondie du rapport d'ICF Consulting (2004) a révélé certains écarts dans les plages d'incertitude citées en référence. Dans ces cas, l'écart a été corrigé afin que les données coïncident avec les données de référence originales. Enfin, certains coefficients d'émission par défaut pour le CH_4 et le N_2O ont été révisés en fonction des lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006), ce qui donne des valeurs d'incertitude actualisées. Les sous-catégories touchées comprennent la navigation intérieure et internationale, le transport ferroviaire et les autres moyens de transport, et plus spécialement la sous-catégorie des véhicules hors route au diesel.

Transports

Le degré d'incertitude global des estimations de 2014 pour la catégorie Transports (dont les pipelines sont exclus) est estimé à ±3,4 %.

Le degré d'incertitude quant aux émissions de CO_2 résultant de la combustion de combustibles dans le sous-secteur des transports se situe à ±0,4 %, alors que les plages d'incertitude pour les émissions de CH_4 et de N_2O étaient de deux à trois fois supérieures à celles du CO_2, comme dans le cas des sources de combustion fixes. Ainsi, le degré d'incertitude global pour la catégorie Transports reflète la prédominance du CO_2 dans les émissions totales de GES.

Émissions attribuables au transport aérien intérieur

Le degré d'incertitude lié aux émissions globales de l'aviation intérieure se situe, selon les estimations, entre -1 % et 5 %. Cela suppose que la catégorie de source a été plus vraisemblablement sous-estimée que surestimée. 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, inférieur à ±1 % 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 CO_2 qui leur sont associées. Réciproquement, le degré d'incertitude élevé associé aux émissions de CH_4 et de N_2O 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.

4 Désignés en français sous l'appellation Véhicules hors route.

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 N_2O (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 CO_2 a eu très peu d'incidence. Il importe de noter que les émissions attribuables au transport ferroviaire n'ont représenté que 4 % environ de l'inventaire des GES de la catégorie 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 ±3 %. La plus grande incidence est attribuable au degré élevé d'incertitude associé au coefficient d'émission de N_2O (-40 % à 140 %), tandis que le degré d'incertitude du coefficient d'émission de CO_2 était négligeable. Comme les émissions du transport maritime intérieur ne représentaient que 2 % de l'inventaire des GES de la catégorie Transports, celles-ci n'ont pas eu une grande incidence sur le degré d'incertitude global.

Émissions attribuables au transport par pipeline

De manière générale, le degré d'incertitude associé aux émissions de CH_4 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 à la fois la consommation d'essence et la consommation de carburant diesel des véhicules hors route. Le degré d'incertitude quant aux sources de transport hors route est estimé à ± 18 % . Conformément à la méthode d'estimation de l'inventaire pour cette catégorie de source, la consommation de carburant diesel des véhicules hors route est calculée à partir de la consommation résiduelle de carburant diesel des véhicules routiers, et il en est de même pour la consommation d'essence des véhicules hors route. En conséquence, le degré d'incertitude des données sur les activités concernant le transport routier a été employé dans l'analyse de l'incertitude associée au transport hors route et n'a pas substantiellement contribué aux résultats mentionnés ci-devant du fait qu'il était relativement faible. Le degré d'incertitude lié aux émissions de N_2O provenant de l'essence (de -90 % à 900 %) et du carburant diesel (de -50 % à 200 %) a eu une plus grande incidence. Environ 17 % des émissions de GES de la catégorie Transports étaient attribuables au transport hors route et, par conséquent, le degré d'incertitude qui y est associé a un effet important sur l'ensemble de l'analyse de l'incertitude.

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. Les données et les méthodes relatives aux activités de CQ sont illustrées et archivées sur support papier et électronique.

En outre, certaines mesures de vérification ont été prises à l'étape de la préparation du modèle. Étant donné que le MEMGES utilise les données nationales sur les combustibles, définies par type et par région, combinées aux coefficients d'émission propres à chaque 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 partenariats interministériels ont été établis entre Environnement Canada, Transports 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. 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. La collaboration interministérielle est actuellement centrée sur une enquête approfondie sur l'activité des véhicules routiers..

3.2.6.5. Recalculs

Les estimations des émissions du secteur des transports ont été révisées pour la période de 1990 à 2013.

Des données révisées sur les activités, de même qu'une mise à jour des coefficients d'émission pour le transport ferroviaire, la navigation et les véhicules diesel hors route, ont donné lieu à de nouveaux calculs dans la catégorie Transports, dont les incidences nettes sont résumées au Tableau 3–2.

Plus précisément, les changements apportés à la catégorie Transports peuvent être décrits comme suit :

Données sur les activités :

1. Les données sur l'utilisation de combustibles pour 2013 sont fondées sur les données de Statistique Canada, et les estimations ont été recalculées en conséquence. Voir aussi la section 3.2.4.5.

2. Les données sur l'utilisation de biocarburants ont été révisées pour 2013 et 2012.
3. Les nombres de véhicules routiers ont été mis à jour pour les années 2005 à 2013 sauf pour les motocyclettes, dont le nombre a été révisé pour toute la série chronologique. Pour un complément d'information, se reporter à l'annexe 3.1, section A.3.1.4.2.1.
4. Le kilométrage cumulatif des véhicules légers et lourds a été révisé, ce qui se répercute sur toute la série chronologique. Pour un complément d'information, se reporter à l'annexe 3.1, section A.3.1.4.2.1.

Coefficients d'émission :

Les coefficients d'émission pour le CH_4 et le N_2O ont été révisés pour le transport ferroviaire, la navigation et les véhicules hors route au diesel, de manière à se conformer aux nouveaux coefficients d'émission par défaut présentés dans les lignes directrices 2006 du GIEC (GIECE, 2006). Reportez-vous à l'annexe 6 pour obtenir davantage de renseignements sur les coefficients d'émission.

3.2.6.6. Améliorations prévues

Des améliorations sont prévues pour la catégorie Transports. À l'heure actuelle, les plus grandes priorités sont l'élaboration d'une méthode ascendante de niveau 3 pour les estimations des émissions hors route au moyen du modèle NONROAD et le remplacement du modèle MEMGES par le modèle MOVES (Motor Vehicle Emission Simulator) pour les estimations des émissions routières.

MOVES et NONROAD sont des modèles de l'EPA des États-Unis qui peuvent être personnalisés de manière à accepter les données canadiennes et à tenir compte des circonstances propres au Canada. Ce changement est envisagé afin de tirer profit des données à résolution accrue et d'harmoniser les méthodes de modélisation avec celles des autres inventaires des émissions effectués par Environnement Canada. Par exemple, l'adoption du modèle NONROAD permettra au Canada d'estimer les émissions des activités hors route dans les secteurs de la construction et résidentiel, ce qui n'est pas actuellement possible avec le MEMGES.

Même si le Canada a cheminé vers l'application des modèles MOVES et NONROAD, divers problèmes en ont retardé la mise en œuvre. Le Canada continue d'œuvrer à leur application et fera état des progrès dans son 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. À compter de 2015, le Canada appliquera 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. Pour l'instant toutefois, on ne connaît aucune source canadienne de données qui permettrait de jeter un éclairage sur la division intérieur/international qui touche la navigation et la pêche. Toute mise à jour sera déclarée dans les futurs rapports.

Dans une autre amélioration prévue, Statistique Canada entend actualiser les coefficients de conversion énergétique pour l'essence à moteur et le diesel. Tout progrès subséquent fera l'objet d'une mise à jour dans les futurs rapports d'inventaire.

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 pêches. 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. Les émissions de GES attribuables à la consommation de carburants de transport dans ces catégories sont allouées au secteur des transports (section 3.2.6).

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 CO_2 ainsi que de CH_4 et de N_2O, 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 CH_4 et de N_2O ont été incluses dans les estimations de cette sous-catégorie, tandis que les émissions de CO_2 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 2014, la catégorie Autres secteurs a produit 80,5 Mt (10,9 %) des émissions totales de GES du Canada, soit une augmentation globale d'environ 8 % (6,0 Mt) depuis 1990. Dans la catégorie Autres secteurs, la sous-catégorie Émissions résidentielles a contribué à quelque 45,6 Mt (56,6 %), tandis que la sous-catégorie Commercial et institutionnel a produit quelque 31,3 Mt (ou 38,8 %). Depuis 1990, les émissions de GES ont augmenté de 21 % dans la sous-catégorie Commercial et institutionnel, et elles ont baissé d'environ 1,6 % dans la sous-catégorie Résidentiel. Reportez-vous au Tableau 3–8 pour obtenir davantage de renseignements. On trouvera au chapitre 2 une analyse plus approfondie des tendances relatives à la catégorie Autres secteurs.

3.2.7.2. Questions de méthodologie

Les émissions de ces catégories de sources sont calculées de façon uniforme selon la méthode décrite à l'annexe 3.1, qui est considérée comme une méthode de niveau 2 du GIEC, avec des coefficients d'émission propres à chaque 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 toutes attribuées à la catégorie Transports.

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

Le calcul des émissions repose sur les données relatives à la consommation de carburant déclarée pour le secteur commercial et les administrations publiques dans le BDEEC et, dans le cas des gaz d'enfouissement, le calcul est fondé sur les volumes recueillis pour le secteur des déchets. Les émissions de CH_4 et de N_2O attribuables à la combustion des gaz d'enfouissement sont comprises dans la catégorie, tandis que les émissions de CO_2 ne sont pas comprises dans les totaux, mais sont déclarées séparément dans les tableaux du CUPR de la CCNUCC comme poste pour mémoire.

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

Le calcul des émissions repose 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 Ressources naturelles Canada dans le cadre d'un relevé périodique distinct. La méthode de calcul de la combustion de biomasse (bois de chauffage résidentiel) est expliquée en détail à l'annexe 3.1; même si les émissions de CO_2 ne sont pas comptabilisées dans le total national des GES de la sous-catégorie Résidentiel (mais déclarées comme poste pour mémoire), les émissions de CH_4 et de N_2O sont déclarées ici.

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

Cette sous-catégorie englobe les émissions de la combustion de combustibles de sources fixes dans les industries agricoles et forestières. Toutefois, les estimations des émissions ne sont données que pour les secteurs de l'agriculture et de la foresterie. Les émissions des pêches sont actuellement déclarées soit à la catégorie Transport soit à la sous-catégorie Autres industries manufacturières (par exemple la transformation des aliments). Les émissions de sources mobiles liées à cette sous-catégorie n'ont pas été ventilées et sont incluses dans les émissions des véhicules hors route ou du transport maritime déclarées à la rubrique Transports (section 3.2.6). Les émissions résultant de l'exploitation des machines sur place et du chauffage reposent sur les données relatives à la consommation de carburant déclarée à la rubrique Agriculture et foresterie dans le BDEEC.

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 CO_2, le CH_4 et le N_2O combinés et de ±2 % pour le CO_2 seul.

Les quantités de combustibles fossiles de départ et les coefficients d'émission de CO_2 (non relatifs à la biomasse) ont un faible degré d'incertitude, étant donné qu'il s'agit le plus souvent

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	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Autres secteurs - TOTAL (1.A.4)	**74 600**	**82 800**	**79 600**	**73 500**	**79 200**	**73 800**	**76 600**	**80 500**
Commercial et institutionnel	25 800	33 100	32 100	28 200	30 100	28 200	29 400	31 300
Secteur commercial et autres secteurs institutionnels	23 900	30 800	30 000	26 300	28 200	26 400	27 700	29 600
Administrations publiques	1 990	2 300	2 070	1 820	1 920	1 760	1 630	1 670
Résidentiel	46 300	47 200	45 400	42 500	45 600	42 100	43 600	45 600
Agriculture, foresterie et pêches	2 410	2 570	2 110	2 900	3 460	3 560	3 580	3 680
Foresterie	58	77	159	189	136	137	168	158
Agriculture	2 350	2 490	1 950	2 710	3 320	3 420	3 410	3 530

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

de combustibles commerciaux qui ont des propriétés stables et dont les quantités peuvent être comptabilisées de manière précise par rapport à l'information sur la biomasse résidentielle. Le degré d'incertitude global pour les émissions autres que le CO_2 est de is 12 % pour la sous-catégorie Résidentiel, en raison de l'incertitude accrue qui est associée aux coefficients d'émission de CH_4 (de -90 % à + 1 500 %) et de N_2O (de -65 % à + 1 000 %) pour la biomasse, par rapport aux coefficients d'émission de CH_4 et de N_2O 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 CH_4 et au N_2O.

Ces estimations sont fondées sur la même méthodologie et sont cohérentes sur toute la série chronologique. On trouvera une analyse des données sur l'utilisation des combustibles à la section 3.2.4.3 – Recalculs.

3.2.7.4. AQ/CQ et vérification

La catégorie Autres secteurs a été soumise à des CQ conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC. Les contrôles de la qualité n'ont relevé aucune erreur mathématique ni de référence, mais des erreurs mineures dans les données ont été relevées et corrigées. 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 coefficients d'émission et les données du BDEEC pour 2013 ont permis de procéder à de nouveaux calculs et de rehausser l'exactitude des émissions pour la catégorie Autres secteurs. Pour plus de détails, se reporter à la section 3.2.4.5, Recalcul.

3.2.7.6. Améliorations prévues

Environnement Canada, Ressources naturelles Canada et Statistique Canada œuvrent de concert à améliorer continuellement la qualité sous-jacente du bilan énergétique national et à désagréger plus avant 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 Transports, tandis que la consommation de carburant militaire de sources fixes est incluse dans la sous-catégorie Commercial et institutionnel (section 3.2.7), en raison de la répartition des données sur le carburant dans le BDEEC (Statistique Canada 57-003-X). Il s'agit d'une source minime; les émissions étaient inférieures à 100 kt d'éq. CO_2 en 2014.

3.3. Émissions fugitives (catégorie 1.B du CUPR)

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) sont considérés comme des émissions fugitives. Toutefois, si la chaleur produite durant la combustion est captée pour être utilisée (pour le chauffage) ou vendue, les émissions connexes sont alors 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 2014, les émissions fugitives de la catégorie des combustibles ont représenté quelque 60 Mt (8,1 %) des émissions totales de GES du Canada, soit une croissance de 22 % par rapport à 1990. Entre 1990 et 2014, les émissions fugitives du secteur du pétrole et du gaz naturel ont augmenté de 27 %, passant à 58 Mt, et celles des exploitations houillères ont diminué d'environ 1 Mt par rapport aux quelque 3 Mt relevées en 1990. Les activités de production, de transformation, de transport et de distribution du pétrole et du gaz représentaient 98 % des émissions fugitives. Voir le 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

La seule source significative d'émissions fugitives résultant de la transformation des combustibles solides au Canada est l'extraction de charbon. Cette source comprend les émissions des mines actives et abandonnées. Les émissions attribuables

Tableau 3–9 Contribution des émissions fugitives de GES

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (kt d'éq. CO_2)							
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Combustibles fossiles – extraction du charbon (1.B.1)	3 000	2 000	1 000	1 000	1 000	1 000	2 000	1 000
a. Extraction et manutention du charbon	3 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
i. Mines souterraines abandonnées	200	500	200	100	100	100	100	100
Pétrole et gaz naturel (1.B.2)	46 000	68 000	59 000	53 000	54 000	56 000	57 000	58 000
a. Pétrole[1]	5 000	6 500	6 400	6 000	6 200	6 800	7 200	7 500
b. Gaz naturel[1]	13 000	18 000	14 000	12 000	12 000	12 000	12 000	13 000
c. Ventilation et torchage[2]	27 600	43 700	39 300	34 700	35 900	37 000	37 400	37 500
Ventilation	23 000	38 000	34 000	30 000	31 000	32 000	32 000	32 000
Torchage	4 600	5 700	5 300	4 700	4 900	5 000	5 400	5 500
Transport et stockage du CO_2 (1.C)[3,4]	-	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,1
Émissions fugitives imputables aux combustibles (1.B)	**49 000**	**70 000**	**61 000**	**54 000**	**55 000**	**57 000**	**58 000**	**60 000**

Notes :
1. Toutes les autres émissions fugitive sauf l'évacuation et le torchage.
2. Pour les activités pétrolières et gazières.
- Indique qu'il n'y a aucune émission.
0 indique que les émissions ont été tronquées, parce qu'elles ont été arrondies.
Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

à la production de coke (comme les rejets fugitifs résultant de l'ouverture des portes des fours à coke métallurgique) et de briquettes n'ont pas été estimées en raison du manque de données à cet égard. On ne connaît pas les autres sources d'émissions attribuables à la transformation des combustibles solides, mais 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 CH_4 par les gisements. Les activités post-extraction, comme la préparation, le transport, le stockage et la transformation finale avant la combustion, dégagent également du CH_4.

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 54 kt d'éq. CO_2 en 2014, tandis que les émissions des deux mines souterraines actives ont été estimées à seulement 108 kt d'éq. CO_2. Voir le 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 qui constitue l'une des bases des estimations des émissions fugitives provenant de l'extraction du charbon. On a calculé les coefficients d'émission en divisant les émissions estimées de King (1994) par les données appropriées sur la production de charbon.

La méthode employée par King (1994) pour estimer les taux d'émission de l'extraction du charbon (coefficients d'émission à l'annexe 3) reposait sur 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 ont été séparées de celles des mines à ciel ouvert; toutes deux englobent les émissions attribuables aux activités post-extraction. On trouvera une description détaillée de la méthodologie à l'annexe 3.2 (Méthodologie pour les émissions fugitives résultant de production, de la transformation, du transport et de la distribution de combustibles fossiles).

Une campagne d'analyses sur le terrain visant à mesurer les émissions fugitives de CH_4, de CO_2 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 (CH_4) 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). Les données issues de ces analyses sur le terrain ont été utilisées

pour modifier le coefficient d'émission de CH_4 de 7 des 23 mines productrices au Canada. On trouvera une description détaillée de la méthodologie à l'annexe 3.2 (Méthodologie pour les émissions fugitives résultant de production, de la transformation, du transport et de la distribution de combustibles fossiles).

Mines souterraines abandonnées

Les Lignes directrices 2006 du GIEC proposent un ensemble de paramètres et d'équations nécessaires 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 évents et les structures de scellement.

Les variations annuelles des émissions sont régies par les changements du nombre de mines abandonnées et les effets de la courbe de réduction appliquée. On trouvera une description détaillée de la méthodologie à l'annexe 3.2 (Méthodologie pour les émissions fugitives résultant de production, de la transformation, du transport et de la distribution de combustibles fossiles).

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 CH_4 des mines de charbon se situe entre -30 % et 130 % (ICF Consulting, 2004). Le degré d'incertitude des données de production est faible (± 2 %), tandis que celui des coefficients d'émission est élevé (de -50 % à 200 %). On a pris les valeurs d'incertitude par défaut du GIEC pour établir les coefficients d'émission propres au Canada, et celles-ci devront être revues et corrigées. Le recours aux valeurs par défaut du GIEC n'aboutit pas à un degré estimatif d'incertitude représentatif lorsque les données propres au pays sont disponibles.

Mines souterraines abandonnées

Le degré d'incertitude 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 CH_4 provenant des mines de charbon sont considérées comme 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

On a révisé les émissions pour prendre en compte les cas confirmés d'inondation de mines abandonnées en Nouvelle-Écosse.

3.3.1.6. Améliorations prévues

Extraction et manutention du charbon

De nouvelles estimations du degré d'incertitude seront établies d'après l'étude récemment effectuée.

Mines souterraines abandonnées

Parmi les améliorations pour ce secteur, on compte la vérification des données sur les activités sous-jacentes aux estimations des émissions.

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 Pétrole et 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, Exploitation minière et Transport par pipeline.

La catégorie Pétrole et 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, de l'extraction du bitume et des activités de valorisation. 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 ont été subdivisées en plusieurs grands groupes :

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 : Ce type de production se caractérise par des puits qui produisent des bruts de densité légère ou moyenne (< 900 kg/m^3). Les émissions 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 se caractérise par sa densité supérieure à 900 kg/m^3. 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 in situ pour récupérer les hydrocarbures du gisement, y compris des méthodes de production primaire (p. ex. la méthode de production à froid de pétrole lourd avec sable), l'injection cyclique de vapeur, 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 satellites 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 résiduaires. Leur structure et leur fonction sont similaires aux installations de transformation du gaz et sont donc considérées parallèlement à celles-ci. 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 défectuosités ponctuelles 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.

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 CH_4 provenant des mines à ciel ouvert et des bactéries méthanogènes dans les bassins de décantation des résidus miniers.

Les émissions résultant de l'action des bactéries méthanogènes dans les bassins de décantation sont encore étudiées par les exploitants. On estime qu'avec l'adoption prévue de nouvelles techniques de récupération du bitume, les hydrocarbures plus légers dans le flux de déchets des procédés actuels diminueront, et que les émissions baisseront en proportion.

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 ont été subdivisées en deux groupes principaux :

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 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 de l'industrie, réalisée par l'ACPP et intitulée *A National Inventory of Greenhouse Gas (GHG), Criteria Air Contaminant (CAC) and Hydrogen Sulphide (H_2S) 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 ici l'étude sur le PGA (Environnement Canada, 2014).

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 visait à estimer les émissions des années 2005 et 2011. Pour les deux études, les inventaires 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. Les émissions attribuables au torchage, à l'évacuation, aux fuites des équipements, aux rejets de CO_2 des gisements, aux pertes durant l'entreposage, aux pertes durant le chargement et le déchargement, et aux rejets accidentels ont été estimées.

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 (Environnement Canada, 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 (Environnement Canada, 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 (Environnement Canada, 2014) sont utilisés conjointement avec les données d'activité annuelles pour estimer les émissions. On trouvera à l'annexe 3.2 une description plus détaillée de la méthodologie.

Transport du gaz naturel

Les émissions fugitives attribuables au transport du gaz naturel pour la période 1990-1996 proviennent de l'étude intitulée *CH_4 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 partir 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 (Environnement Canada, 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 d'entrée 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 et 2006-2010 ont été fournies directement par le CEPEI, toujours selon une approche de niveau 3 du GIEC. Les estimations des émissions pour 2012 et au-delà sont estimées en fonction de la longueur des gazoducs et des quantités transportées. On trouvera à l'annexe 3.2 une description plus détaillée de la méthodologie.

Bitume et sables bitumineux

Les émissions fugitives de GES attribuables à l'exploitation des sables bitumineux, à l'extraction de bitume, à la valorisation du pétrole/bitume lourd et aux établissements de cogénération intégrée proviennent de l'étude sur l'industrie du bitume intitulée *An Inventory of GHGs, CACs, and H_2S Emissions by the Canadian Bitumen Industry : 1990 to 2003* (CAPP, 2006). Cette étude est une compilation des émissions de GES des sociétés suivantes : Suncor Energy Inc., Syncrude Canada Limited, Shell Canada Limited, et Husky Energy Inc. Les méthodes utilisées pour estimer les

émissions fugitives des installations d'extraction du bitume in situ proviennent de l'étude de l'ACPP (CAPP, 2005a) (section 3.3.2.1).

En général, chaque exploitant s'est servi de l'approche de niveau 3 du GIEC pour élaborer une méthode ascendante afin d'estimer ses émissions de GES. Les inventaires des installations ont été revus afin de s'assurer que leurs estimations étaient complètes, exactes et transparentes. Lorsque des lacunes ont été relevées, des estimations ont été préparées et soumises à l'examen de chaque exploitant. Les études d'AQ/CQ et une analyse d'incertitude conforme aux Recommandations du GIEC (GIEC, 2000) ont également été effectuées.

Un modèle d'estimation pour le bitume 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 2004 et au-delà. Ce modèle a été élaboré à partir des paramètres et des résultats pertinents de l'étude originale sur l'industrie du bitume, de même que des données annuelles sur ses activités. Les données sur les activités nécessaires à l'utilisation de ce modèle sont publiées dans les deux rapports suivants : *Alberta Mineable Oil Sands Plant Statistics* de l'Alberta Energy Regulator (AER, 2015) et les statistiques en ligne (1998-2014) de l'Office national de l'énergie sur la production de pétrole brut et d'équivalents, *Estimated Production of Canadian Crude Oil and Equivalent*. Ces données sont mises à jour chaque année et utilisées dans les estimations des émissions de GES. Pour obtenir une description détaillée de la méthodologie, on peut consulter l'étude sur l'industrie du bitume (CAPP, 2006) et le rapport portant sur le modèle en question (Environnement Canada, 2007). L'annexe 3 présente un résumé de la méthode d'estimation du modèle de bitume.

Les émissions des installations d'exploitation des sables bitumineux non incluses dans le modèle original du bitume, comme celles des sociétés Canadian Natural Resources Limited (CNRL) Horizon Mine and Upgrader, Nexen Long Lake Upgrader, Shell Jackpine Mine et Imperial Oil Kearl Lake Mine, ont été estimées à l'aide des données sur les activités publiées par l'AER (2015) et des coefficients d'émission établis pour des installations de même nature.

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 ont été interpolées, alors que les données sur les émissions de 2003 à 2012 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, 2003). On trouvera une description détaillée de la méthodologie utilisée pour estimer les émissions entre 1991 et 1993 et à partir de 2003 dans l'annexe 3 de ce rapport.

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 (Environnement Canada, 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 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 et 2006-2010 ont été fournies directement par le CEPEI, toujours selon une méthode de niveau 3 du GIEC. Les estimations des émissions pour 2012 et au-delà sont estimées en fonction de la longueur des gazoducs et des quantités transportées. On trouvera plus de détails sur la méthode utilisée pour estimer les émissions fugitives des réseaux de distribution de gaz naturel à l'annexe 3.2.

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 défectuosités de l'équipement	Forage, entretien et essais de puits
Torchage	±7,6	-6,5 to + 6,4	-17,2 to +16,2	—	-21,3 to +19,3
Émissions fugitives	±15,9	± 29,2	-22,0 to +23,6	± 52,6	-28,4 to +31,1
Évacuation	-14,0 to +14,1	-23,6 to +38,5	-14,9 to +17,6	—	-33,1 to +38,0
Total	**-10,4 to + 10,5**	**-18,6 to +29,6**	**-16,4 to +17,8**	± 52,6	-20,0 to +18,2

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 2014 est de -11,4 % à 13,3 %. Les degrés d'incertitude pour les catégories précises du secteur du PGA sont présentés au Tableau 3–10. 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. Seules les deux dernières sources d'incertitude ont été prises en considération dans l'analyse, car on a 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 2014 a été estimé à ± 6,1 %, d'après une étude réalisée en 2006[5]. 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 l'évaluation dans le rapport de l'étude sur le bitume (CAPP, 2006) et le modèle d'estimation pour le bitume (Environnement Canada, 2007). Les degrés d'incertitude à l'échelle des installations ont été regroupés pour déterminer les degrés d'incertitude par source d'émission, comme le montre le Tableau 3–11.

5 Certains changements ont eu lieu dans l'industrie depuis ce temps, mais l'incertitude n'a pas été réévaluée.

Tableau 3–11 Degré d'incertitude associé aux émissions fugitives attribuables au bitume et aux sables bitumineux

Catégorie de source de GES	Incertitude (%)
	Bitume et sables bitumineux
Flaring	±17,7
Fugitive	±11,5
Venting	±4,1
Overall	**±6,1**

Secteur aval du pétrole et du gaz

Les données relatives aux émissions utilisées dans l'inventaire des émissions fugitives des raffineries pour les années 1990 et 1994 à 2002 sont directement tirées de l'étude de l'ICPP (2004). Le degré d'incertitude pour les années 1991-1993 et 2003-2012 est supérieur en raison du niveau disponible de désagrégation des données sur les activités. À des fins de comparaison, on a procédé à des analyses de niveau 1 et de niveau 2 du degré d'incertitude des coefficients d'émission et des données sur les activités pour établir le degré d'incertitude global du CO_2 en 2002 (ICPP, 2004).

Pour l'analyse de niveau 1, le degré d'incertitude global était de ±8,3 %. L'analyse de niveau 2 a établi un degré d'incertitude global de ±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. Les résultats des analyses d'incertitude se trouvent au Tableau 3–12.

Tableau 3–12 Degré d'incertitude des émissions fugitives du raffinage du pétrol

	Incertitude (%)			
	Global	À l'exclusion des gaz de combustion des raffinerie	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

3.3.2.4. AQ/CQ et vérification

Pour assurer l'exactitude des résultats des études de l'ACPP et sur le PGA (CAPP, 2005; Environnement Canada, 2014), les procédures d'AQ/CQ suivantes ont été effectuées. 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. Le rapport a également été soumis à l'examen d'entreprises privées à qui l'on a demandé de formuler des remarques. Un deuxième niveau d'examen a été réalisé par le comité directeur du projet et par des experts désignés. En outre, dans la mesure du possible, on a comparé les résultats aux données de base antérieures et à d'autres inventaires industriels 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 et aux activités d'extraction du charbon ont été révisées pour la période 1990-2013. Comme les méthodes n'ont pas changé, les données révisées sur les activités ont constitué l'unique source de modifications aux estimations. Le tableau 3-2 résume les répercussions des nouveaux calculs.

Les changements dans la catégorie Émissions fugitives imputables aux combustibles découlent des facteurs suivants :

Données sur les activités : Les données statistiques de l'ACPP, de Statistique Canada et de sources provinciales qui sont utilisées pour estimer les émissions des années non ciblées par l'étude de l'ACPP (2005) et l'étude sur le PGA (Environnement Canada, 2014) ont été révisées, et les estimations ont été recalculées en conséquence.

Ces améliorations ont accru la transparence, la précision et le caractère représentatif des estimations des émissions fugitives à l'échelle des secteurs et des sous-secteurs.

3.3.2.6. Améliorations prévues

Bitume et sables bitumineux : À long terme, on prévoit réaliser une étude exhaustive pour mettre à jour l'étude sur le bitume (CAPP, 2006) afin d'améliorer les estimations des émissions dans l'industrie de l'exploitation, de l'extraction, de la production *in situ* et de la valorisation des sables bitumineux au Canada. La nouvelle étude permettra également d'élaborer une méthode robuste pour actualiser les estimations des émissions dans l'industrie de l'extraction des sables bitumineux, laquelle connaît un essor rapide, conformément aux priorités établies à la suite des récents examens de l'équipe d'experts.

3.4. Transport et stockage du CO_2 (catégorie 1.C du CUPR)

Le transport et le stockage du dioxyde de carbone impliquent le captage du CO_2 anthropique et son transport jusqu'à une installation de stockage.

Bien qu'il existe au Canada deux pipelines de transport du CO_2, ils sont associés à l'utilisation du dioxyde de carbone dans un processus de récupération assistée des hydrocarbures (RAH). L'ensemble du CO_2 issu de ce processus est récupéré à des fins de réutilisation; c'est pourquoi aucune estimation n'est fournie en ce qui concerne les émissions attribuables au stockage. Toutes les émissions nettes issues de ces activités sont incluses dans l'inventaire du Canada, dans les catégories Industries énergétiques (1 A.1) et Pétrole et gaz naturel et autres émissions imputables à la production d'énergie (1 B.2). On trouvera plus de détails à la section 3.5.2.

3.4.1. Transport du CO_2 – pipelines (catégorie 1.C.1.a du CUPR)

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 (depuis novembre 2014), est transporté par pipeline à l'installation de RAH de Cenovus, à Weyburn (Saskatchewan).

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 CO_2 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 CO_2. 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. Les émissions sont calculées d'après le coefficient d'émission moyen par défaut du GIEC, soit 0,0014 kt CO_2/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 du GIEC pour les méthodes de niveau 1, soit de 200 % à -50 % (+/- un facteur de 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 requis pour la première année de déclaration.

3.4.1.6. Améliorations prévues

Environnement Canada surveille la construction de nouveaux pipelines de transport du CO_2 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 CO_2 attribuables au transport de la biomasse

Conformément aux lignes directrices de la CCNUCC, le CO_2 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 CH_4 et de N_2O 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

Les quantités de carburant éthanol utilisé dans le secteur des transports sont présentées au Tableau 3–13. Les propriétés de l'éthanol ont été établies en fonction de sa chimie et ont donné un pouvoir calorifique supérieur (PCS)[6] de 24,12 TJ/ml, une teneur en carbone de 52,14 % et une densité de 789,2 kg/m^3.

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 CH_4 et au N_2O 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 CO_2 utilisés sont ceux qui reposent sur les caractéristiques chimiques réelles mentionnées plus haut et sur un taux d'oxydation de 100 %.

3.5.1.2. Carburant biodiesel

Les quantités de biodiesel utilisé comme carburant dans les transports sont présentées au Tableau 3–14. Les propriétés du biodiesel sont tirées d'une étude sur ce carburant qui a été menée entre 2004 et 2005 (BioMer, 2005). Le PCS[7] établi est de 35,18 TJ/ml, avec une teneur en carbone de 76,5 % et une densité de 882 kg/m^3.

Contrairement au carburant éthanol, le biodiesel n'est pas considéré par Statistique Canada comme étant déclaré 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

6 *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*.

Tableau 3–13 Éthanol utilisé pour le transport au Canada

Année	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Éthanol consommé (ML)	7	227	267	1 874	2 753	2 876	2 661	2 829

Tableau 3–14 Biodiesel utilisé pour le transport au Canada

Année	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Biodiesel consommé (ML)	0	0	4	394	583	621	648	565

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 CH_4 et au N_2O 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 CO_2 utilisés sont ceux qui reposent sur les caractéristiques chimiques réelles mentionnées plus haut et sur un taux d'oxydation de 100 %.

3.5.2. Captage et stockage du carbone – Récupération assistée des hydrocarbures (RAH)

Au Canada, le CO_2 capté 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. L'utilisation du dioxyde de carbone comme agent d'injection dans la RAH s'explique par le fait que ce gaz 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 lors de la RAH. Le processus d'injection à haute pression a aussi pour effet d'emprisonner le CO_2 dans les espaces vides précédemment occupés par les molécules d'hydrocarbures; c'est ce qu'on appelle le stockage géologique du CO_2.

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 (É.-U.), est transporté par pipeline jusqu'aux champs pétrolifères. En outre, depuis la fin de 2014 une certaine quantité de CO_2 a été transportée jusqu'à Weyburn depuis la centrale au charbon de Boundary Dan de SaskPower. Ce nouvel approvisionnement est combiné à du CO_2 récupéré au cours de cycles d'injection précédents, puis injecté dans le réservoir. À l'heure actuelle, on injecte environ 2,8 Mt par année de CO_2 dans les champs de Midale et de Weyburn[7]. De 2000 à 2014, dans le champ de Weyburn, on a injecté plus de 28 Mt de nouveau CO_2 acheté à l'usine de gazéification Dakota à un taux d'injection de 7 000 t de CO_2 par jour (PTRC, 2011). Depuis 2005, on a injecté, dans le champ Midale, plus de 2 Mt de nouveau CO_2 à un taux d'injection de 1 800 t de CO_2 par jour (PTRC, 2004).

Weyburn est à la fois un site d'injection de CO_2 dans la RAH et le site d'un programme d'étude d'envergure du stockage géologique du CO_2 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 CO_2 de l'AIE GES, administré par le Petroleum Technology Research Centre (PTRC), indiquent que plus de 98 % de CO_2 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.

La dernière phase (de 2005 à 2011) du projet de recherche de l'AIE à Weyburn-Midale, décrite sur le site Internet du PRTC, a été centrée sur l'élaboration d'un manuel de pratiques exemplaires pour les futurs projets de stockage géologique du CO_2 axé sur les 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 Industries énergétiques (1 A.1) et Pétrole et gaz naturel (1 B.2).

3.5.3. Questions propres au Canada – Émissions attribuables à l'exportation nette des combustibles fossiles

Le Canada exporte une grande proportion de sa production de ressources de combustibles fossiles, essentiellement vers les États-Unis. En 2014, il a exporté environ 64 % (valeur d'énergie équivalente) de sa production brute de gaz naturel et de pétrole brut. Les émissions associées à l'exportation de pétrole brut et de gaz naturel sont estimées à l'aide des modèles existants pour l'élaboration des estimations d'inventaire, ainsi que les données sur les activités mises à jour chaque année à partir de diverses sources. Les émissions et les secteurs couverts par les estimations des deux principaux types de combustibles sont les suivants :

- *Gaz naturel* : Cette composante rend compte des émissions de GES propres à la production, à l'exploitation, à la transformation et au transport du gaz naturel. On ne tient compte que des sources qui ont pour but de produire du gaz naturel destiné à la vente, ce qui comprend les sources d'émission fixes, fugitives et de transport. Les réseaux de distribution du gaz et les émissions de consommation en sont expressément

7 Données sur l'injection de CO_2 à l'exploitation de Weyburn et Midale. Information fournie dans une présentation de F. Mourits, projet de contrôle et de stockage de CO_2 Weyburn-Midale de l'AIE, Ressources naturelles Canada. Janvier 2010.

exclus, étant donné qu'ils concernent la consommation de gaz domestique plutôt que les importations et exportations de gaz.

- *Pétrole brut* : De même, cette composante rend compte des émissions (fixes, fugitives et de transport) attribuables à la production, au traitement, au stockage et au déplacement du pétrole brut.

Il convient de noter que les estimations absolues des émissions présentées ici sont assorties d'un degré d'incertitude élevé, qui peut atteindre 40 % ou même plus. En revanche, les estimations des tendances sont plus précises, et on peut les considérer comme représentatives.

Les résultats indiquent qu'entre 1990 et 2014, les émissions associées à la production de pétrole et de gaz naturel aux fins de l'exportation ont augmenté d'environ 270 %, ce qui coïncide avec une hausse d'environ 215 % des exportations totales de pétrole et de gaz (Tableau 3–15). Durant la même période, les exportations de pétrole ont augmenté à un taux 2,5 fois plus élevé que la croissance de la production nationale, tandis que les émissions associées à ces exportations ont presque quadruplé (Tableau 3–16). Cette hausse est due à une augmentation des exportations de produits de pétrole brut non conventionnel rejetant davantage de GES (bitume brut et pétrole brut synthétique) des sables bitumineux du Canada (Tableau 3–19). Pour le gaz naturel, les émissions associées aux exportations ont doublé, ce qui coïncide avec une augmentation de presque 100 % des exportations de gaz naturel (près de deux fois le taux de croissance de la production de gaz naturel) (Tableau 3–17)[8].

De manière générale, la production de pétrole brut conventionnel est en baisse au Canada; le sommet de la production ayant été enregistré autour de 2003. Toutefois, au cours des dernières années, la production a augmenté avec l'utilisation accrue du forage horizontal et de la fracturation hydraulique, et les exportations de pétrole brut conventionnel et les émissions associées à celles-ci ont aussi augmenté (Tableau 3–18). À l'opposé de la tendance liée au pétrole brut conventionnel, la production de pétrole brut non conventionnel9 à partir des sables bitumineux du Canada est en constante augmentation (Tableau 3–19). En 2014, la production était plus de six fois plus importante qu'en 1990, tandis que les exportations étaient huit fois plus élevées qu'en 1990. Même si les exportations ont été multipliées par huit, les émissions associées à ces exportations ne sont que cinq fois et demie plus importantes, ce qui témoigne de l'efficacité accrue de l'extraction des produits de sables bitumineux.

8 La source de toutes les données d'exportation et de production d'énergie est le *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* (Statistique Canada, 2003-). Les émissions de GES de 1990 à 2013 dues aux exportations nettes proviennent de Smyth (2010).

9 Le pétrole brut non conventionnel comprend le bitume naturel provenant d'installations d'extraction et de sources *in situ* ainsi que le pétrole brut synthétique.

3

Tableau 3–15 Total du pétrole brut et gaz naturel – production, exportation et tendances des émissions de GES, certaines années

Pétrole brut et gaz naturel - Tendances	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Production nationale (PJ)	7 958	12 170	13 092	12 804	13 409	13 868	14 387	15 192
Énergie exportée (PJ)	3 068	7 068	7 870	8 256	8 583	8 909	9 256	9 691
Émissions attribuables aux exportations brutes (Mt d'éq. CO_2)	31,5	71,1	86,5	90,4	95,3	104,1	111,3	116,4

Tableau 3–16 Pétrole brut – production, exportation et tendances des émissions de GES, certaines années

Pétrole brut - Tendances	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Production nationale (PJ)	3 774	5 108	5 899	6 797	7 347	7 863	8 336	8 885
Énergie exportée (PJ)	1 531	3 222	3 804	4 582	5 020	5 516	6 088	6 695
Émissions attribuables aux exportations brutes (Mt d'éq. CO_2)	19,5	39,4	53,9	62,3	68,4	77,3	85,4	92,4

Tableau 3–17 Gaz naturel – production, exportation et tendances des émissions de GES, certaines années

Gaz naturel - Tendances	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Production nationale (PJ)	4 184	7 062	7 192	6 007	6 062	6 006	6 051	6 306
Énergie exportée (PJ)	1 537	3 846	4 066	3 673	3 563	3 393	3 169	2 996
Émissions attribuables aux exportations brutes (Mt d'éq. CO_2)	12,0	31,7	32,6	28,2	26,9	26,8	25,9	24,0

Tableau 3–18 Pétrole brut conventionnel – production, exportation et tendances des émissions de GES, certaines années

Pétrole brut conventionnel - Tendances	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Production nationale (PJ)	2 973	3 590	3 459	3 184	3 378	3 451	3 583	3 597
Énergie exportée (PJ)	1 112	2 433	2 293	2 315	2 608	2 622	3 227	3 345
Émissions attribuables aux exportations brutes (Mt d'éq. CO_2)	11,4	26,4	33,0	26,4	29,5	30,6	35,4	39,3

Tableau 3–19 Pétrole brut non conventionnel – production, exportation et tendances des émissions de GES, certaines années

Crude Oil Trends	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Production nationale (PJ)	801	1 519	2 441	3 613	3 968	4 411	4 754	5 288
Énergie exportée (PJ)	418	789	1 511	2 268	2 412	2 894	2 861	3 350
Émissions attribuables aux exportations brutes (Mt d'éq. CO_2)	8,1	13,0	20,9	35,9	38,9	46,6	50,0	53,1

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 (SF_6) et de trifluorure d'azote (NF_3); 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 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 51 Mt dans l'inventaire national des GES de 2014 (Tableau 4–1), comparativement à 55,9 Mt en 1990. Les émissions du secteur des PIUP représentaient 7 % du total canadien des émissions de GES en 2014. 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 apportées aux données sur les activités, aux coefficients d'émission, aux méthodes et à la répartition des émissions. Les répercussions des améliorations sur les estimations sont décrites en détail aux sections « Recalculs par catégorie » du présent chapitre et résumées dans le Tableau 4–2 ci-dessous.

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	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DE PRODUITS	**55 900**	**53 500**	**58 300**	**50 500**	**51 400**	**55 800**	**52 700**	**51 000**
Produits minéraux	8 400	10 000	10 000	7 800	7 900	8 500	7 700	7 800
Production de ciment	5 800	7 200	7 600	6 000	6 100	6 600	6 000	6 000
Production de chaux	1 760	1 870	1 710	1 370	1 430	1 450	1 360	1 430
Utilisation des produits minéraux	910	910	910	410	450	440	380	380
Industrie chimique	17 300	8 610	9 470	5 470	6 090	6 440	6 400	5 990
Production d'ammoniac	2 770	2 960	2 710	2 490	2 880	3 000	2 950	2 540
Production d'acide nitrique	970	1 200	1 200	1 100	1 100	1 100	990	1 000
Production d'acide adipique	10 000	870	2 500	-	-	-	-	-
Production pétrochimique et de noir de carbone	3 300	3 600	3 000	1 900	2 100	2 300	2 500	2 400
Production de métaux	23 800	23 400	20 200	16 200	17 100	16 900	14 800	14 700
Production sidérurgique	10 500	11 800	10 300	9 170	10 100	10 200	8 040	8 600
Production d'aluminium	10 300	8 890	8 680	6 870	6 810	6 470	6 530	5 840
SF_6 utilisé dans les usines de fonte et de moulage de magnésium	2 960	2 660	1 230	183	183	248	213	229
Production et consommation d'halocarbures, de SF_6 et de NF_3	980	3 400	5 700	7 500	8 000	8 300	8 600	9 000
Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant	5 000	7 500	12 000	13 000	12 000	15 000	15 000	13 000
Fabrication et utilisation d'autres produits	370	630	530	430	410	510	530	440

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

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	2000	2005	2010	2011	2012	2013
PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DES PRODUITS							
Rapport actuel (2016)	55,9	53,5	58,3	50,5	51,4	55,8	52,7
Rapport précédent (2015)	55,1	53,4	58,8	50,7	50,9	55,0	52,2
Variation nette des émissions	+0,8	+0,1	-0,5	-0,2	+0,6	+0,7	+0,5
Produits minéraux							
Rapport actuel (2016)	8,4	10,0	10,2	7,8	7,9	8,5	7,7
Rapport précédent (2015)	8,7	10,2	10,3	8,0	8,2	8,8	8,1
Variation nette des émissions	-0,3	-0,3	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4
Industrie chimique[2]							
Rapport actuel (2016)	17,3	8,6	9,5	5,5	6,1	6,4	6,4
Rapport précédent (2015)	14,2	5,1	6,5	3,6	4,1	4,2	4,5
Variation nette des émissions	+3,1	+3,5	+2,9	+1,9	+2,0	+2,3	+1,9
Production de métaux							
Rapport actuel (2016)	23,8	23,4	20,2	16,2	17,1	16,9	14,8
Rapport précédent (2015)	23,5	23,1	20,1	16,1	16,9	16,6	14,5
Variation nette des émissions	+0,3	+0,3	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,3
Production et consommation d'halocarbures, de SF_6 et de NF_3[2]							
Rapport actuel (2016)	1,0	3,4	5,7	7,5	8,0	8,3	8,6
Rapport précédent (2015)	1,2	3,8	5,4	5,9	6,1	6,4	6,6
Variation nette des émissions	-0,2	-0,4	+0,2	+1,5	+1,9	+1,9	+1,9
Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants[2]							
Rapport actuel (2016)	5,0	7,5	12,1	13,1	11,9	15,2	14,7
Rapport précédent (2015)	7,4	10,8	16,0	16,9	15,5	18,8	18,2
Variation nette des émissions	-2,3	-3,2	-3,9	-3,8	-3,5	-3,6	-3,5
Fabrication et utilisation d'autres produits							
Rapport actuel (2016)	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5
Rapport précédent (2015)	0,2	0,4	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3
Variation nette des émissions	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2

Notes :
1. Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre aux totaux indiqués..
2. Les catégories de sources dans le secteur PIUP ayant fait l'objet des plus importants recalculs sont les suivantes : Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants, Production et consommation d'halocarbures (plus précisément consommation de HFC), et Industrie chimique (plus précisément la production pétrochimique).

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, 2005-2014b). 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.

En 2014, les émissions de cette catégorie s'élevaient à 6,0 Mt, soit 0,8 % des émissions totales au Canada, ce qui représente une augmentation d'environ 3,5 % 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 ici.

4.2.2. Questions de méthodologie

Les émissions de CO_2 provenant de la production de ciment ont été calculées à l'aide d'une méthode de niveau 2 (Équation 4–1) qui incorpore des coefficients d'émission propres au pays.

Équation 4–1:

$$Émissions\ de\ CO_2 = CE_{cl} \times P_{cl} \times CE_{cot} + FC_{pfc} \times P_{cl}$$

où :

CE_{cl}	=	coefficient d'émission annuel basé sur la production de clinker, 0,5270 kt de CO_2/kt de clinker
P_{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 (1,013)
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 des années récentes (de 2002 à 2013) et pour 1990 (ACC, 2013). Ces mêmes quantités ont été estimées pour le reste des années de déclaration (1991–2001 et 2014). L'ACC reçoit des données par installation de ses entreprises membres, compilées conformément à la méthode de quantification « CO_2 Emissions Inventory Protocol, version 2.0 », publiée sous les auspices de la Cement Sustainability Initiative du World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).

Le coefficient d'émission de CO_2 de la calcination (CE_{cl}) varie d'une année à l'autre, et il est calculé en fonction des données disponibles pour les années 1990, 2000 et de 2002 à 2013. 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. Le facteur de correction relatif à la PFC et à la poussière de déviation a été calculé par l'ACC comme étant de 1,013, et il est fondé sur les données de la PFC des années 1990, 2000 et de 2002 à 2013.

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 des années 1990, 2000 et de 2002 à 2013. Ces hypothèses, combinées au rapport entre le poids moléculaire du CO_2 et celui du carbone (44,01/12,01), donnent un coefficient d'émission de carbone organique (CE_{cot}) de 0,0115 (kt de CO_2/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 1997-2014 proviennent de Statistique Canada (Statistique Canada, 1990–2004; Statistique Canada, 2005–2014a).

Se reporter à l'annexe 3.3 pour un complément d'information sur les questions méthodologiques.

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 personnelles[1]. Les données relatives à la capacité n'étant pas disponibles pour 2014, on a donc postulé qu'elles étaient identiques à celles de 2013.

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 a également été prise en compte dans les données sur la production de clinker. L'incertitude de niveau 1 associée à l'estimation des émissions de CO_2 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. AQ/CQ et vérification par catégorie

Cette catégorie clé du secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits 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, qui décrit le Système de gestion de la qualité de l'inventaire national du Canada (Environnement Canada, 2014). Les contrôles étaient conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 qui figurent dans les Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques (GIEC, 2000).

1 Panagapko D. 2008-2014. Communications personnelles (courriels à Environnement et Changement climatique Canada, dernier courriel reçu le 16 septembre 2014).

4.2.5. Recalculs par catégorie

Aucun nouveau calcul n'a été effectué pour cette catégorie.

4.2.6. Améliorations prévues par catégorie

Aucune amélioration n'est actuellement prévue pour cette catégorie.

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; sa proportion dans la production de chaux est donc présumée nulle.

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. Le CO_2 associé à l'utilisation de calcaire naturel pour la production de chaux dans l'industrie des pâtes et papiers est pris 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 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 Institute[2] 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) 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 personnelles. Les données les plus récentes sur la production de chaux sont préliminaires et sujettes à révision dans les versions ultérieures.

Tableau 4–3 Répartition de la production de chaux dolomitique et de chaux à forte teneur en calcium au Canada (1990-2014)

Année	Répartition (%)	
	Chaux dolomitique	Chaux à forte teneur
1990–1992	14%	86%
1993–1999	16%	84%
2000–2002	8%	92%
2003–2008	9%	91%
2009–2014	7%	93%

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 à l'égard de 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.

Au Canada, l'hydroxyde de calcium a une teneur en eau de 28,25 %[3]. 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.

Les émissions provinciales de CO_2 sont obtenues à partir des émissions nationales, en fonction de la capacité de calcination de chaque province ou territoire.

La baisse de la proportion de chaux dolomitique entre 1999 et 2000 résulte de changements 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 1999-2000[4]. La baisse légère de la proportion de la chaux

2 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.

3 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.

4 Panagapko D. 2013. Communication personnelle (courriel à M. Edalatmanesh, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 6 novembre 2013).

dolomitique en 2008-2009 est attribuable à une réduction de la capacité de calcination dans une fabrique en Ontario ne produisant que de la chaux dolomitique.

4.3.3. 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 de chaux. On y a tenu compte des incertitudes associées aux données sur la production, aux coefficients d'émission, au facteur de correction pour l'hydroxyde de calcium et au pourcentage divisé entre les deux types de chaux. L'incertitude associée à la catégorie dans son ensemble a été estimée à plus ou moins 8,2 %, et on a déterminé que les données sur la production de chaux et le pourcentage divisé entre les deux types de chaux ont principalement contribué à l'incertitude. 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. AQ/CQ et vérification par catégorie

La catégorie de la production de chaux a fait l'objet de contrôles de qualité de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le Manuel sur la qualité du Canada (Environnement Canada, 2014). Les contrôles étaient conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 qui figurent dans les Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques (GIEC, 2000).

4.3.5. Recalculs par catégorie

La mise à jour des données sur les activités pour 2013 a entraîné un léger recalcul à la hausse (42 kt) des émissions de cette année.

4.3.6. Améliorations prévues par catégorie

Aucune amélioration n'est actuellement prévue pour cette catégorie.

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 ici, 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 Autre (utilisation de chaux et de dolomite) (catégorie 2.A.4.d du CUPR).

En 2014, cette catégorie regroupée produisait 0,4 Mt (ou 0,05 %) des émissions totales de GES au Canada et avait enregistré une baisse d'environ 58 % du total de ses émissions depuis 1990. L'utilisation de calcaire et de dolomite représentait 47 % 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 24 %, 16 %, et 13 % respectivement.

Production de verre (Catégorie 2.A.3 du CUPR)

Cette catégorie comprend les émissions de CO_2 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 CO_2 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 et dans 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 magnésie dans leurs procédés à différentes occasions au cours de la période de 1990 à 2008. Deux d'entre elles ont été fermées (en 1991 et 2007 respectivement); 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 le secteur des pâtes et papiers et dans d'autres utilisations chimiques, tel traitement des eaux usées et la désulfuration des gaz de combustion (DGC).

4.4.2. Questions de méthodologie

Production de verre (Catégorie 2.A.3 du CUPR)

Les émissions nationales de CO_2 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 calcaire[5].

Autres utilisations de carbonate de sodium (catégorie 2.A.4.b du CUPR)

Les émissions nationales de CO_2 sont calculées à l'aide d'une méthode de niveau 1 qui applique le coefficient d'émission de 415 g de CO_2/kg de carbonate de sodium, fondé sur la stœchiométrie, aux données sur la consommation à l'échelle nationale, en présumant que le carbonate de sodium utilisé au Canada est entièrement pur.

Les données sur la consommation de carbonate de sodium ont été estimées selon 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, 2010-2014). Cependant, GTIS n'ayant commencé à publier des données sur le commerce qu'en 1995; on a donc présumé 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 CO_2 des procédés résultant de l'utilisation de magnésite dans la production de magnésie. La méthode applique un coefficient d'émission de 522 g de CO_2/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 CO_2 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 Canada[6]. 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 (1990-2014) et ses données sur les activités annuelles proviennent du ministère de l'Énergie et des Mines de la Colombie-Britannique (BC Geological Survey, 2014).

5 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.

6 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.

Utilisation de calcaire et de dolomite (catégorie 2.A.4.d du CUPR)

Les émissions de CO_2 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 CO_2 par kilogramme de calcaire pur utilisé, et doit être ajusté pour tenir compte d'un coefficient de pureté de 95 % (Derry Michener Booth et Wahl, 1989). Le coefficient d'émission du Canada est donc de 418 g de CO_2/kg de calcaire utilisé (AMEC, 2006).

On a établi un coefficient d'émission global de 468 g de CO_2/kg de dolomite utilisée en fonction des coefficients d'émission du calcaire pur (440 kg de CO_2 par tonne) et de la magnésite (522 kg de CO_2 par tonne), et en partant de l'hypothèse que la dolomite se compose de 58 % de $CaCO_3$ et de 41 % de $MgCO_3$ (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 proviennent de l'*Annuaire des minéraux du Canada* (RNCan, 1990-2006). En ce qui concerne les années suivantes, 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 CO_2, 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

4

Tableau 4–4 Consommation de calcaire à haute teneur en calcium et de dolomite au Canada

Année	2.C.1 Sidérurgie		2.B.3 Production de verre	2.4.d Autres utilisations de carbonates dans les procédés		
				Calcaire à haute teneur en calcium (kt)		
	Calcaire à haute teneur en calcium (kt)	Dolomite (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	1109
2005	151	65	18	80	47	1175
2006	140	60	18	173	57	1057
2007	69	30	32	41	64	1178
2008	223	95	12	15	65	1182
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	446	191	0	31	47	349

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 canadiennes[7], seul le calcaire est utilisé dans les procédés de DGC dans les centrales canadiennes alimentées au charbon.

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 du degré d'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 2014 est de ±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 ±10,2 % et ±13,8 %.

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 ±5 % et ±8 %, 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 ±15 % et ± 38%, 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. AQ/CQ et vérification par catégorie

Une liste de vérification de CQ de niveau 1 a été réalisée pour les catégories comprises dans l'utilisation de produits minéraux, tel que défini dans le Manuel sur la qualité du Canada (Environnement Canada, 2014). Les contrôles étaient conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC.

4.4.5. Recalculs par catégorie

L'estimation des émissions de 2013 liées à l'utilisation de calcaire et de dolomite a été recalculée à la baisse (de 70 kt) suite à une mise à jour des données préliminaires sur les activités.

Il convient de souligner que le rapport précédent de 2015 ne déclarait pas les émissions pour la catégorie 2.A.3 du CUPR, Production de verre, et que pour ce faire il a fallu réalllouer certaines émissions. Plus précisément :

7 Cook S. 2013. Communication personnelle à M. Edalatmanesh, Environnement et Changement climatique Canada, le 18 novembre 2013. Association canadienne de l'électricité.

- Les émissions résultant de l'utilisation de calcaire pour la production de verre ont été réattribuées de la catégorie 2.A.4.d du CUPR, Autres (Utilisation de calcaire et de dolomite), à la catégorie 2.A.3 du CUPR, Production de verre;
- Les émissions résultant de l'utilisation de carbonate de sodium pour la production de verre ont été réattribuées de la catégorie 2.A.4.b du CUPR, Autres utilisations de carbonate de sodium, à la catégorie 2.A.3 du CUPR, Production de verre.

De la même façon, les émissions résultant de l'utilisation de calcaire et de dolomite dans les fours de sidérurgie sont passées de la catégorie 2.A.4.d du CUPR, Autres (Utilisation de calcaire et de dolomite), à la catégorie 2.C.1 du CUPR, Sidérurgie.

Ces réaffectations se sont répercutées sur toute la série chronologique (1990–2013).

4.4.6. Améliorations prévues par catégorie

Le carbone organique contenu dans les matières premières servant à la production de céramique est une source d'émissions de CO_2 qui n'est actuellement pas estimée dans l'inventaire du Canada. On prévoit donc mener une étude pour estimer et déclarer dans les prochains rapports d'inventaire les émissions de CO_2 de la catégorie 2.A.4.a du CUPR, Céramique.

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 2,5 Mt, soit 0,35 % des émissions totales au Canada en 2014, ce qui représente une baisse de 8,6 % depuis 1990.

On compte actuellement sept usines de production d'ammoniac au Canada. Elles sont situées en Alberta, en Saskatchewan, au Manitoba et en Ontario. Six de ces usines utilisent des reformeurs de méthane à la vapeur pour produire de l'ammoniac et récupèrent les émissions de CO_2 pour produire de l'urée. La septième 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 CO_2 jugée négligeable.

4.5.2. Questions de méthodologie

Pour la catégorie de la production d'ammoniac, on estime les émissions de CO_2 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 2014 ont été tirées de l'enquête de Statistique Canada intitulée Produits chimiques industriels et résines synthétiques (Statistique Canada, 2008 à 2014). 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. La quantité de gaz naturel utilisé comme matière première est ensuite multipliée par le facteur de la teneur en carbone du gaz naturel TCj) 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, et que 5 kg de CO_2 sont émis par tonne d'urée produite. Le facteur de récupération (FR_{CO2}) est donc 0,728 kg CO_2/kg d'urée.

Équation 4–2: Émissions de CO_2 attribuables à la production d'ammoniac

$$E_{CO2} = \sum_i PA_i \cdot FMP_i \cdot FTC_j - FR_{CO2} \cdot PU_i$$

où :

E_{CO2}	=	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
FTC_j	=	facteur de la teneur en carbone du carburant de la province *j*, kt de CO_2/m^3 de gaz naturel
FR_{CO2}	=	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

Si l'on suppose une conversion complète du NH_3 et du CO_2 en urée, le rapport stœchiométrique de masse CO_2/urée (0,733 tonne de CO_2 par tonne d'urée) est utilisé pour convertir la production d'urée en CO_2 récupéré des émissions attribuables à la production d'ammoniac. Si l'on prend un taux d'émission de CO_2 de 5 kg par tonne d'urée produite, les émissions nettes récupérées (R_{CO2}) sont de 0,728 tonne de CO_2/tonne d'urée.

Les données de production d'urée pour la période 2008 à 2014 ont été tirées de l'enquête de Statistique Canada intitulée Produits chimiques industriels et résines synthétiques. Pour les années 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 à la 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. AQ/CQ et vérification par catégorie

La production d'ammoniac 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 (Environnement Canada, 2014). Les contrôles étaient conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 qui figurent dans les Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006).

4.5.5. Recalculs par catégorie

Les mises à jour apportées aux données sur les activités pour 2013 étaient le fruit d'un recalcul à la baisse de l'ordre de 531 kt pour cette année.

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.

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 1,0 Mt, soit 0,14 % des émissions totales au Canada en 2014, ce qui est semblable au niveau d'émissions de 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 (SRC). 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 » (SRC) utilise de l'ammoniac, qui réagit sélectivement avec le NO et le NO_2, mais pas avec le N_2O (d'où un coefficient d'émission plus élevé pour le N_2O). La plupart des usines canadiennes (9 sur 12) ont recours au procédé à haute pression et disposent d'une technologie RCNS (Cheminfo Services, 2006).

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 4–5. 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 4–5 (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 N_2O 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

Tableau 4–5 Coefficients d'émission typiques de l'industrie de l'acide nitrique

Type de procédé de production	Type de dispositif antipollution	Coefficient d'émission (kg N_2O/t HNO_3)	Source des données
Double pression	Absorption renforcée de « type 1 »	9,4	Lettre de G. Collis, 1992[1]
Double pression	Absorption renforcée de « type 2 »	12	Lettre de G. Collis, 1992
Haute pression	RCNS	0,66	Lettre de G. Collis, 1992
Haute pression	RCS	8,5	GIEC (2000)

1. Collis G. 1992. Communication personnelle (lettre de G. Collis au directeur, Division des gaz à effet de serre, datée du 23 mars 1992). Institut canadian des engraise.

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).

Les données à l'appui de l'estimation des émissions de N_2O attribuables à la production d'acide nitrique de 1990 à 2004 ont été réunies dans le cadre d'une étude menée pour le compte d'Environnement Canada (Cheminfo Services, 2006); les données de 2005 à 2009 sont celles qui ont été déclarées à Environnement Canada par l'industrie sur une base volontaire, et celles de 2008 à 2014 sont tirées de l'enquête de Statistique Canada intitulée Produits chimiques industriels et résines synthétiques. Les données recueillies ont été utilisées dans la méthode hybride décrite ci-dessus pour l'estimation des émissions propres au pays.

Lorsque les données de production propres à une installation n'étaient pas disponibles, on a estimé la production en se basant sur l'utilisation générale de la capacité des autres installations connues. La production estimée a été multipliée par le meilleur coefficient d'émission typique de l'industrie. 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 lors de l'étude Cheminfo de 2006 (Cheminfo Services, 2006). Pour la période 2005-2014, les données utilisées sont celles qui ont été déclarées à Environnement et Changement climatique Canada sur une base volontaire par les entreprises en conjonction avec celles provenant 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. L'incertitude associée à la catégorie dans son ensemble a été évaluée à ±10 %, et on a déterminé que les coefficients d'émission contribuaient principalement à l'incertitude. La valeur d'incertitude s'applique à toutes les années de la série chronologique.

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. AQ/CQ et vérification par catégorie

La production d'acide nitrique 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 (Environnement Canada, 2014). Les contrôles étaient conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 qui figurent dans les Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques (GIEC, 2000).

4.6.5. Recalculs par catégorie

Aucun nouveau calcul n'a été effectué pour cette catégorie.

4.6.6. Améliorations prévues par catégorie

Les dispositifs antipollution seront passés en revue pour le prochain cycle du rapport.

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 N_2O 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 a cependant été fermée pour une durée indéterminée au printemps 2009 et, par conséquent, les émissions de N_2O et de CO_2 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 N_2O/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).

4

Équation 4–3:

$$\text{Émissions totales } (t) = \text{Émissions de } N_2O\ (t) \text{ avec DAP} + \text{Émissions de } N_2O\ (t) \text{ sans DAP}$$

Émissions de N_2O avec DAP :

Équation 4–4:

$$\text{Émissions de } N_2O \text{ avec DAP } (t) = (\text{Production}(t)) \times \left(\frac{0{,}3t \text{ de } N_2O}{t \text{ d'acide adipique}}\right) \times (1 - \text{Éfficacité de la destruction}) \times (\text{Ratio d'utilisation du DAP})$$

où :

Efficacité de la destruction = Déterminée en fonction de la différence entre la quantité de N_2O 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 N_2O passe par le dispositif divisé par la durée totale d'exploitation.

Émissions de N_2O sans DAP :

Équation 4–5:

$$\text{Émissions de } N_2O \text{ sans DAP } (t) = (\text{Production}(t)) \times \left(\frac{0{,}3t\ N_2O}{t \text{ d'acide adipique}}\right) \times (1\text{- Ratio d'utilisation du DAP})$$

Où :

Ratio d'utilisation du DAP = Nombre d'heures durant lequel le N_2O 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 N_2O, car l'analyseur ne peut mesurer avec exactitude que des concentrations relativement faibles de N_2O et uniquement lorsque le réacteur fonctionne et élimine le N_2O. L'analyseur est incapable de mesurer toute la gamme de concentrations de N_2O qu'on peut trouver dans une cheminée. La concentration de N_2O peut varier d'un seuil nominal de 0,3 %, lorsque le flux sort du dispositif antipollution, à un plafond nominal de 35-39 % de N_2O, lorsque le flux ne passe pas par le dispositif. Lorsque le dispositif est contourné, aucun N_2O n'est éliminé et l'analyseur n'enregistre pas les émissions de N_2O 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. AQ/CQ 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 (Environnement Canada, 2014). Les contrôles étaient conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC.

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 CO_2 produites par le procédé de production de carbonate pour les années de déclaration applicables (1990-2001). On présume que les émissions nettes de CO_2 sont négligeables, car le CO_2 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. AQ/CQ et vérification par catégorie

La catégorie de la production de carbonate de sodium a fait l'objet de contrôles de la qualité conformes aux procédures générales de contrôle de la qualité de niveau 1 pour les inventaires, exposées dans les Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006).

4.8.5. Recalculs par catégorie

Aucu 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 pétrochimique et de noir de carbone et production fluorochimique (catégories 2.B.5, 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 (CaC_2). La production de CSi et de CaC_2 a cessé au Canada avec la fermeture des deux dernières installations de CSi en 2002; l'unique installation de CaC_2 a fermé ses portes en 1992.

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.

Les émissions de GES (CO_2, CH_4 et N_2O) 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 CO_2 et d'hydrocarbures légers. Du CH_4 peut également être rejeté lors de l'évacuation des gaz de procédés contenant du CH_4 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 2014, 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 CO_2. Les émissions de CO_2 issues des procédés utilisés pour la production de DCE découlent de la réaction secondaire de l'oxydation des matières premières. Les émissions de CH_4 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 2014; trois sont toujours en exploitation.

Production de styrène (catégorie 2.B.8.g du CUPR)

Au Canada, trois installations ont produit du styrène entre 1990 et 2014, mais une a cessé ses activités en 1998.

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 CHF_3) [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 1er janvier 2010 (HRAI, 2008).

Il n'y a eu aucune production connue de SF_6 ou de perfluorocarbures (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 CH_4 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 CH_4 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 CH_4. L'étude n'a porté que sur les données de la capacité de production (CSi et CaC_2) pour la série chronologique. L'équation suivante a servi à estimer les émissions totales de CH_4 découlant de la production de carbure :

Équation 4–6:

$$\begin{aligned}&\text{Émissions totales de } CH_4\,(t) = \\ &\sum^{y}[(\text{capacité de production de CSi} \times \text{utilisation de la capacité} \\ &\times \text{coefficient d'émission pour la production de CSi}) \\ &+ (\text{capacité de production de } CaC_2 \\ &\times \text{coefficient d'émission pour la production de } CaC_2)]\end{aligned}$$

où :

y	=	représente les entreprises
capacité de production de CSi/CaC_2	=	données recueillies auprès de l'industrie, en kt
utilisation de la capacité	=	d'après la connaissance de l'industrie de Cheminfo Services, en %
coefficient d'émission pour la production de CSi		11,6 kg de CH_4/t de CSi (GIEC, 2006)
coefficient d'émission pour la production de CaC_2		4,8 kg de CH_4/t de CaC_2, dérivé du coefficient d'émission de CH_4 établi pour le carbure de silicium et le rapport entre le coefficient par défaut du GIEC pour les émissions de CO_2 issues de la production de carbure de calcium et le coefficient par défaut du GIEC pour les émissions de CO_2 issues de la production de carbure de silicium [11,6 (kg de CH_4/t de CSi) * (1,09 t de CO_2/t de CaC_2/2,62 t de CO_2/t de CSi)]

Production de méthanol (catégorie 2.B.8.a du CUPR)

Lorsqu'elles étaient disponibles, les données sur les émissions de CO_2, de CH_4, et de N_2O, qui ont été 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 CO_2, le CH_4 et le N_2O. Les valeurs de la production nationale de méthanol ont été tirées du CPI 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 la période de production comprise entre 2011 et 2014 (Cheminfo Services, 2015).

Production d'éthylène (catégorie 2.B.8.b du CUPR)

Deux études de consultation ont été demandées pour évaluer les sources d'émissions de CO_2, de CH_4 et de N_2O 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 étude[8], 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 N_2O au niveau des installations.

La seconde étude[9] examinait les combustibles utilisés par les producteurs canadiens d'éthylène pendant toute la série chronologique (1990–2014) et les coefficients d'émission pour le CO_2 et le CH_4 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 CPI 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 2014 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 CH_4 attribuables à la production de DCE au cours des années 1990 à 2009 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 CH_4 issues de procédés pour la période de 1990 à 2006. Les données sur la production annuelle de DCE sont tirées du Canadian C_2+ Petrochemical Report. Les coefficients par défaut d'émissions de CH_4 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).

8 Cheminfo Services, 2010

9 Cheminfo Services, 2015

Production de noir de carbone (catégorie 2.B.8.f du CUPR)

Les émissions de CH_4 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 CH_4 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 CH_4 et de 0,032 kg/t pour le N_2O ont été établis comme les moyennes pondérées des données déclarées pour 2007-2009. Un coefficient d'émission de CH_4 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 CH_4/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 CH_4/t de produit. On pense que le CE par défaut du GIEC, qui est fondé sur une seule étude, a inclus le CH_4 issu de la combustion de combustibles. Le coefficient d'émission du Canada comprend seulement le CH_4 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 CPI 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 la période de 2010 à 2014 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 CO_2 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 (CH_4) 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 CH_4 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 CH_4 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 de production de 2012 à 2014 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/OCDE/AIE, 1997). 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 HCFC[10].

10 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).

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 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, l'ensemble de degrés d'incertitude par défaut suivant (degrés fondés sur les connaissances d'experts de l'industrie) a été utilisé aux fins de l'analyse :

- production de méthanol nationale : 5 %;
- production de méthanol déclarée : 2 %;
- capacité de production de méthanol de l'installation : 5 %;
- fraction de la production totale non déclarée du secteur pour l'installation : 10 %;
- émissions déclarées de CH_4 imputables à des procédés : 20 %;
- émissions déclarées de N_2O imputables à des procédés : 30 %;
- émissions déclarées de CO_2 imputables à des procédés : 10 %

L'incertitude associée à cette catégorie dans son ensemble pour la série chronologique a varié de 7,4 % à ±20 % pour les émissions de CH_4, de 10,76 % à ±30 % pour les émissions de N_2O, et de 2,71 % à ±10 % 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. Très peu de répondants ont présenté une estimation de l'incertitude de leurs données. C'est pourquoi l'ensemble de degrés d'incertitude par défaut suivant (fondés sur les connaissances d'experts de l'industrie) a été utilisé aux fins de l'analyse.

- données sur la capacité : ±5 %;
- données sur la production déclarée : ±2 %;
- fractions de la proportion de la capacité utilisées pour la répartition des données nationales sur la production : ±10 %;
- émissions déclarées de CH_4 imputables à des procédés : ±20 %;
- émissions déclarées de N_2O imputables à des procédés : ±30 %;

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 ±15 % à ±21% 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, un ensemble de degrés d'incertitude par défaut (fondés sur la connaissance de l'industrie) a été utilisé 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. Très peu de répondants ont présenté une estimation de l'incertitude de leurs données. C'est pourquoi l'ensemble de degrés d'incertitude par défaut suivant (fondés sur les connaissances d'experts de l'industrie) a été utilisé aux fins de l'analyse.

- données sur la capacité : ±5 %;
- données sur la production déclarée : ±2 %;
- fractions de la proportion de la capacité utilisées pour la répartition des données nationales sur la production : ±10 %;

- émissions déclarées de CH_4 imputables à des procédés : ±20 %;
- émissions déclarées de N_2O imputables à des procédés : ±30 %;

Les degrés d'incertitude de niveau 1 associés aux estimations des émissions de CH_4 varient de ±9 à ±11 %.

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, un ensemble de degrés d'incertitude par défaut (fondés sur les connaissances d'experts de l'industrie) a été utilisé aux fins de l'analyse. On a estimé à ±30 % le degré d'incertitude associé à cette catégorie dans son ensemble pour la série chronologique (Cheminfo Services, 2010).

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

4.9.4. AQ/CQ et vérification par catégorie

Ces catégories 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 (Environnement Canada, 2014). Les contrôles sont conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006).

4.9.5. Recalculs par catégorie

Les estimations d'émissions associées à la production de méthanol pour le période 2011-2013 ont été actualisées en fonction de nouvelles données sur la production de méthanol (Cheminfo Services, 2015; Methanex, 2013).

Les émissions de CO_2 associées à la production d'éthylène et de méthanol étaient précédemment incorporées aux émissions associées aux utilisations non énergétiques des combustibles (catégorie 2.D du CUPR). On a recouru à une récente étude (Cheminfo Services, 2015) pour dissocier la quantité de combustibles utilisée dans la production d'éthylène et de méthanol des quantités déclarées à Statistique Canada comme consommation à des fins « non énergétiques ». Les combustibles utilisés comme matières premières comprennent le méthane, les liquides du gaz naturel et les matières premières de l'industrie pétrochimique. Par suite du recalcul, l'utilisation de combustibles dans la catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants (catégorie 2.D du CUPR) a été attribuée à la catégorie de la production pétrochimique et de noir de carbone (catégorie 2.B.8 du CUPR), et des coefficients d'émission sont propres aux produits de l'industrie pétrochimique ont été appliqués. Il en est résulté un recalcul à la hausse des émissions de toute la série chronologique (1990-2013) pour la catégorie de la production pétrochimique. En 2013, le volume de combustibles retirés de la catégorie 2.D du CUPR, Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants, a donné lieu à une baisse de 3,5 Mt des émissions de cette catégorie. Les combustibles ont été réalloués à la production pétrochimique et les nouvelles estimations d'émissions pour la catégorie 2.b.8 du CUPR, Production pétrochimique et de noir de carbone, ont engendré un recalcul à la hausse de 2,4 Mt. Pour l'ensemble de la série chronologique, les recalculs dans la catégorie 2.B.8 s'échelonnent entre 1,7 Mt et 5,4 Mt. Malgré une hausse dans l'ampleur des émissions, la tendance générale à la baisse observée depuis 1990 dans les émissions de l'industrie pétrochimique se maintient.

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 8 600 kt (1,2 %) des émissions totales du Canada en 2014, soit une baisse de 18 % 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 CO_2 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 CO_2 rejetées par le flux de calcaire dans le haut fourneau; ;
- les émissions de CH_4 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 ($CE_{coke_mét}$) et de la teneur en carbone de la fonte brute.

L'équation suivante a servi à estimer les émissions de CO_2 résultant de la production de fonte brute :

Équation 4–7:

$$E_{CO2_FB} = (CE_{coke_mét} \times M_{coke_mét}) + (M_{minérai} \cdot TC_{minérai} - P_{FB} \cdot TC_{FB}) \times \left(\frac{44}{12}\right)$$

où :

E_{CO2_FB}	=	émissions issues des procédés de production de fonte brute, en kt
$CE_{coke_mét}$	=	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 1990-2014). 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 2013-2014. Les coefficients d'émission pour l'utilisation de coke ($CE_{coke_mét}$) 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 1990-2009. Les coefficients d'émission correspondent à un ratio des émissions de CO_2 par rapport à l'utilisation du coke. Aucune valeur de teneur en carbone du coke propre au Canada n'étant disponible pour 2010 à 2014, 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'ACPA[11], une valeur qui doit rester confidentielle.

Les émissions de CO_2 attribuables à la production d'acier ont été estimées à l'aide de l'équation suivante :

Équation 4–8:

$$E_{CO2_acier} = [TC_{fer} \cdot M_{fer} + TC_{mitrailles\ d'acier}\ M_{mitrailles\ d'acier} - TC_{OF} \cdot M_{FOB} - TC_{FEA} \cdot M_{FEA}] \cdot \frac{44}{12} + CE_{FEA} \cdot P_{FEA} + CE_{FOB} \cdot P_{FOB}$$

où :

E_{CO2_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 mitrailles 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

11 Chan K. 2009. Communication personnelle (courriel de K. Chan à M. Pagé, Environnement Canada, daté du 21 juillet 2009). Association canadienne des producteurs d'acier.

D'après l'Équation 4–8, une partie des émissions de CO_2 associées aux procédés de production d'acier est estimée en fonction de la différence entre la quantité de carbone dans le fer et les mitrailles 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 4–8.

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. Les valeurs de la teneur en carbone et des coefficients d'émission mentionnés dans l'Équation 4–8 ont été fournies par l'ACPA[12].

La méthodologie qui a servi à estimer les émissions de CO_2 du calcaire employé comme fondant dans les hauts fourneaux est décrite à la section 4.4.2.

L'estimation des émissions de CH_4 repose sur la masse de coke métallurgique employée (Statistique Canada, 1990-2014), multipliée par un coefficient d'émission. La valeur du coefficient d'émission applicable aux émissions de CH_4 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 ou territoriale provenant du *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* (BDEEC) (Statistique Canada, 1990-2014) ont servi à déterminer le pourcentage de la consommation totale d'agents réducteurs imputable à chaque province et territoire. Les émissions de CO_2 à l'échelle provinciale ou territoriale ont ensuite été estimées en multipliant le pourcentage obtenu par l'estimation des émissions nationales.

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 CO_2 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 CO_2 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. L'incertitude associée à la catégorie dans son ensemble pour la série chronologique se situe autour de ±5,5 %.

4.10.4. AQ/CQ et vérification par catégorie

La production sidérurgique est une catégorie clé qui a fait l'objet de CQ de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le Manuel sur la qualité du Canada (Environnement Canada, 2014). Les contrôles sont conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006).

4.10.5. Recalculs par catégorie

Aucun changement n'a été apporté à la méthodologie employée pour estimer les émissions de CO_2 de cette catégorie. Cependant, les émissions des autres catégories du CUPR ont été réallouées en conséquence à la catégorie de la production sidérurgique, plus précisément les émissions de CO_2 du calcaire employé comme fondant dans les hauts fourneaux et les émissions de CH_4 résultant de l'utilisation de coke métallurgique. Dans le rapport précédent, ces sources étaient prises en compte dans les produits minéraux (avec les autres utilisations du calcaire et de la dolomite) et dans le secteur de l'énergie, respectivement. Ces réattributions ont donné lieu à un nouveau calcul à la hausse allant de 45 kt à 506 kt, tout au long de la série chronologique (1990-2013), dans la catégorie de la production sidérurgique.

12 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.

4.10.6. Améliorations prévues par catégorie

Comme mentionné précédemment, une petite partie des émissions de CO_2 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), de même que 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). On prévoit allouer les émissions susmentionnées à la catégorie du CUPR de la production sidérurgique.

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 5 840 kt (0,8 %) des émissions du Canada en 2014, ce qui représente une baisse globale de 43 % 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 CO_2, la fusion primaire de l'aluminium est une source importante de tétrafluorure de carbone (CF_4) et d'hexafluorure de carbone (C_2F_6), tous les deux traités dans le rapport. Le présent rapport traite également d'une petite quantité de SF_6 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 aluminium[13]. La consommation de SF_6 est hautement variable, selon le recours à l'une ou l'autre de ces opérations (utilisation de SF_6 comme gaz de couverture ou agent de purification), ou aux deux, dans une année donnée.

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 Søderberg, sont plus élevées que celles des usines plus récentes qui utilisent surtout des anodes précuites. Dans le secteur canadien de l'aluminium, on constate une tendance vers la modernisation et l'accroissement de l'efficience de la production des usines. Sur les onze alumineries en exploitation, cinq utilisent la technologie Søderberg, soit de façon exclusive, soit en plus de technologies plus récentes.

4.11.2. 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 Initiative[14]. 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 CO_2, de PFC et de SF_6 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 SF_6 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, comme décrit à l'annexe 3.3. 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 2010, la majorité des estimations d'émissions de CO_2, de PFC et de SF_6 découlant de procédés déclarées par les installations sont des estimations de niveau 3 au niveau de l'installation, basées sur des paramètres propres à l'installation[15].

13 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.

14 http://www.westernclimateinitiative.org/

15 http://www.env.gov.bc.ca/cas/mitigation/ggrcta/reporting-regulation/amended-quantificationmethods.html.

4.11.3. 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 CO_2, de PFC et de SF_6). 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 CO_2, de PFC et de SF_6 sont de ±7 %, ±9 % et ±3 %, respectivement. Pour les estimations de CO_2 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 CO_2 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 émissions de SF_6, 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 SF_6 est la même pour la production d'aluminium et le moulage du magnésium.

4

4.11.4. AQ/CQ et vérification par catégorie

Les émissions de CO_2 et de PFC imputables à la production d'aluminium sont des catégories clés qui ont fait l'objet de contrôles de qualité de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le Manuel sur la qualité du Canada (Environnement Canada, 2014). Les contrôles sont conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006).

4.11.5. Recalculs par catégorie

Les émissions de CO_2 déclarées par les installations pour 2013 ont fait l'objet de corrections mineures, qui ont entraîné un recalcul à la baisse de moins de 200 kt de CO_2.

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 SF_6, qui est utilisé comme gaz de couverture pour prévenir l'oxydation des métaux en fusion. Le SF_6 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 SF_6, et à éliminer, à terme, l'utilisation du SF_6 comme gaz de couverture dans son usine [16]. Cette recherche et l'utilisation de divers gaz de remplacement ont permis de réduire considérablement les émissions de SF_6 entre le milieu et la fin des années 1990. Pendant la période 2005-2007, les émissions de SF_6 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 SF_6 chaque année durant cette période. Certaines fonderies se sont mises à utiliser du SF_6 vers le milieu ou la fin des années 1990, alors que d'autres l'ont remplacé par le SO_2. 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 SF_6. 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.

4.12.2. Questions de méthodologie

Les données relatives aux émissions de SF_6 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

16 Laperrière J. 2004. Communication personnelle (courriel de J. Laperrière à A. Au, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 27 octobre 2004). Norsk Hydro.

aucune donnée pour 2008, la valeur de ses émissions de SF_6 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 SF_6. Les deux sociétés ont déclaré avoir utilisé la méthode par défaut du GIEC (émissions de SF_6 = consommation de SF_6), selon les Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques (GIEC, 2000). Elles ont cependant utilisé des méthodes différentes pour estimer leur consommation de SF_6. Norsk Hydro a utilisé la méthode de différence de poids[17], 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 SF_6 utilisé[18]. Cette méthode fait le bilan de la comptabilité des achats reçus et des changements à l'inventaire de SF_6 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 3, car elle repose sur la déclaration des données relatives aux émissions par chaque usine.

Dans la méthode de calcul des émissions de SF_6 des installations de moulage, il est tenu pour acquis que la totalité des émissions de SF_6 utilisé comme gaz de couverture sont rejetées dans l'atmosphère. Pour estimer la consommation de SF_6 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 (2005b) et quelques autres hypothèses. Dans le cas des installations qui disposaient de données sur le SF_6 pour une seule année, on a présumé que la consommation des fonderies qui ne disposaient de données sur le SF_6 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 SF_6 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 SF_6 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 SF_6 en 2009, mais ont fourni des hypothèses raisonnables qui pouvaient servir à estimer l'utilisation de SF_6 pour 2009. Les cinq autres installations ont fourni des données sur la consommation de SF_6 pour 2009. Les données propres à certaines installations n'ayant pu être obtenues, les données sur leurs émissions et leur production de SF_6 pour les années 2010 à 2014 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 comme une méthode modifiée de niveau 3, car elle repose sur la déclaration des données relatives aux émissions par chaque usine. La méthode utilisée est considérée comme étant de niveau 3 pour les années 2005-2007.

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 SF_6 déclarées par chaque installation. Dans l'ensemble, le degré d'incertitude pour cette catégorie a été estimé à ±4,0 %. Il convient de noter que l'évaluation de l'incertitude ne portait que sur une année de la série chronologique (2007). Ainsi, 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 SF_6) 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 (±4,0 %) semblable.

La provenance des données reste cohérente tout au long de la série chronologique. La méthodologie, qui établit une équivalence entre la consommation de SF_6 comme gaz de couverture

17 Laperrière J. 2004. Communication personnelle (courriel de J. Laperrière à A. Au, Environnement et Changement climatique Canada, daté du 4 octobre 2006). Norsk Hydro.

18 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.

par les fonderies de magnésium et les émissions de SF_6, 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. AQ/CQ et vérification par catégorie

La production de magnésium et le moulage du magnésium font tous deux l'objet de contrôles de qualité de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le Manuel sur la qualité du Canada (Environnement Canada, 2014). Les contrôles étaient conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006).

4.12.5. Recalculs par catégorie

De légers recalculs ont été réalisés dans la catégorie du moulage du magnésium afin de tenir compte de la mise à jour des valeurs prévisionnelles de la production brute pour 2010-2013.

4.12.6. Améliorations prévues par catégorie

On s'efforcera d'obtenir des données à jour sur la consommation de SF_6 dans le moulage du magnésium.

4.13. Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant (catégorie 2.D du CUPR)

4.13.1. Description de la catégorie

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 CO_2. 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 CO_2 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.

4.13.2. Questions de méthodologie

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 de CO_2 et les pourcentages par défaut pour le secteur de l'énergie en 1996, fournis par le GIEC, du carbone stocké dans les produits (GIEC/OCDE/AIE, 1997). Les coefficients d'émission potentiels totaux de CO_2 proviennent des coefficients d'émission du carbone qui figurent dans l'étude de Jaques (1992), McCann (2000) et CIEEDAC (2006), qui sont des coefficients d'émission fondés sur les unités naturelles de combustible; le GIEC fournit les coefficients d'émission fondés sur des unités d'énergie.

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 figurent dans le Tableau 4–6.

Les données sur les quantités de combustibles utilisés à des fins non énergétiques sont présentées dans le BDEEC (Statistique Canada, 1990-2014) et dans l'*Enquête annuelle sur la consommation industrielle d'énergie* (CIE) (Statistique Canada, 2014). À noter que les données du BDEEC et de la CIE pour une année donnée

Tableau 4–6 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	Produits pétroliers raffinés
	Subbitumineux	Matières premières à base de pétrole
	Lignite	Liquides de gaz naturel
	Anthracite	Propane
	Bitumineux étranger	Butane
	Coke de pétrole	Éthane

sont préliminaires et sujettes à révision dans les publications ultérieures. Pour estimer les émissions de CO_2 de cette catégorie , ces données ont été multipliées par les taux d'émission présentés à l'annexe 3.3.

Cette technique 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. Les questions de méthodologie au sujet du calcul des émissions de CO_2 imputables à l'utilisation des combustibles fossiles à des fins non énergétiques ne sont pas abordées expressément dans les Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques (GIEC, 2000). Cependant, et comme il est mentionné précédemment, les Lignes directrices de 1996 du GIEC fournissent une méthode pour estimer l'utilisation de combustibles à des fins non énergétiques, en fonction de la quantité de carbone stocké dans les produits résultant du procédé. Les émissions de CO_2 sont tirées de la quantité de carbone résiduel libéré pendant le procédé de production (carbone résiduel = carbone total moins la quantité stockée dans le produit).

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

On a également 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 ±21 %. Il convient de noter que l'évaluation de l'incertitude ne portait que sur une année de la série chronologique (2007).

4.13.4. AQ/CQ et vérification par catégorie

Les produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant étaient 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 (Environnement Canada, 2014). Les contrôles étaient conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1, énoncées dans les Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006).

4.13.5. Recalculs par catégorie

Les émissions associées aux combustibles utilisés dans la production d'éthylène et de méthanol faisaient autrefois partie de la catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant (catégorie 2.4 du CUPR). On a retiré les combustibles de la catégorie 2.D, et les émissions qui s'y rattachent sont maintenant comptabilisées dans la catégorie de la production pétrochimique (catégorie 2.B.8 du CUPR). En 2013, le volume de combustibles retirés de la catégorie 2.D du CUPR a donné lieu à une baisse de 3,5 Mt et à une hausse correspondante de 2,4 Mt des émissions de la catégorie 2.B.8 du CUPR. Pour l'ensemble de la série chronologique, les recalculs à la baisse dans la catégorie 2.D s'échelonnent entre 2,3 Mt et 4,3 Mt.

4.13.6. Améliorations prévues par catégorie

Aucune amélioration particulière n'est prévue dans cette catégorie.

Cependant, à mesure que devient disponible l'information à l'appui (information qui permettrait de désagréger les données sur les combustibles et de les allouer à la catégorie de source pertinente) pour d'autres catégories (plus précises), 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. Par exemple, on prévoit déclarer les émissions résultant de la production de plomb et de zinc (actuellement regroupées dans la catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant) sous les catégories appropriées du CUPR, soit 2.C.5 et 2.C.6. Se reporter au chapitre 8 pour les améliorations prévues aux catégories spécifiques, et à l'annexe 3.3 pour un complément d'information sur les questions de méthodologie concernant la catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant.

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 SF_6 et du NF_3 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 SF_6 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).

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).

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 2b 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:

$$E_{SC} = E_{FC} + E_{CF4}$$

où :

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 3.15 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 (2000).

Émissions de NF_3 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 NF_3 au Canada, y compris un sondage de tous les fournisseurs de gaz potentiel de NF_3 ainsi que sept utilisateurs potentiels identifiés (Cheminfo Services, 2014). Dans ce sondage, seul un utilisateur indiquait avoir consommé du NF_3 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 NF3pour 1986 se situe entre 33 et 199 kg. L'ensemble de la consommation du NF_3 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 2b 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 NF_3 s'opposait à la consommation à distance de NF_3; 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 CF_4 pour estimer les émissions de CF_4 attribuables à la consommation de NF_3 au moyen des méthodes de niveau 2a.

On a présumé que l'utilisateur identifié pour 2013 avait consommé une quantité égale de 2010 à 2014. Par ailleurs, on a présumé que l'acheteur de 2010 (non identifié) avait consommé son stock de manière égale de 2010 à 2014. 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.

Émissions de SF_6 attribuables à la fabrication de semi-conducteurs (catégorie 2.E.1 du CUPR)

La méthode appliquée pour évaluer les émissions de SF_6 produites par la fabrication de semi-conducteurs était identique à celle utilisée pour calculer les émissions de PCF et de NF_3. Toutefois, l'utilisation de SF_6 dans le procédé n'émet aucun sous-produit de CF_4. 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 SF_6, Air Liquide et Praxair, était de 12 %[19]. On a utilisé le coefficient d'émission par défaut du GIEC 2006 (1-U) de

19 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.

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 SF_6 aux fabricants de semi-conducteurs de 2004 à 2009 a été calculée en multipliant le total des données sur l'importation de SF_6 (fournies par Statistique Canada) par les données de répartition des ventes (en %) obtenues de la part des distributeurs de SF_6 (Cheminfo Services, 2005a). Aucune donnée sur les ventes n'a été recueillie pour les années 2010-2014. La proportion moyenne de SF_6 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 les années 2010 et 2011. Pour les années 2012 à 2014, 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 SF_6 vendue aux fabricants de semi-conducteurs.

En raison des deux sources de données différentes sur le SF_6 (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 SF_6 pour les années 1998 à 2000).

Il convient de mentionner que des efforts ont été faits pour obtenir des données sur la consommation de SF_6 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 minimes 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 ±10 % à ±23 %.

Les Lignes directrices 2006 du GIEC indiquent que l'erreur relative pour la gravure de niveau 2b avec le NF_3 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 SF_6 attribuables à la fabrication de semi-conducteurs (±45 %).

4.14.4. AQ/CQ et vérification par catégorie

Les émissions de PFC, NF_3 et SF_6 attribuables à la fabrication de semi-conducteurs ne sont pas des catégories clés. Cependant, elles ont fait l'objet de contrôles de la qualité de niveau 1, tels qu'établis dans le Manuel sur la qualité du Canada (Environnement Canada, 2014). Les contrôles étaient conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 des Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques (GIEC, 2000).

4.14.5. Recalculs par catégorie

Une correction a été apportée aux estimations d'émissions de PFC (c.-à-d. de CF_4) dans l'industrie de la fabrication des semi-conducteurs; cette correction a eu une incidence mineure sur l'ensemble de la série chronologique (recalcul à la baisse d'environ 2,6 kt d'éq. CO_2 sur toute la série chronologique, 1990-2013). Sans qu'il s'agisse d'un recalcul des émissions, on a également corrigé la consommation de NF_3 dans l'industrie de la fabrication des semi-conducteurs. Cette correction s'est répercutée sur le coefficient d'émission postulé, en le rendant constant pour toute la série chronologique.

Comme indiqué précédemment, pour produire une série chronologique plus uniforme on a appliqué une technique de superposition aux émissions de SF_6 de l'industrie de la fabrication des semi-conducteurs pour les années 1990-2003, ce qui a entraîné un recalcul à la baisse d'environ 1 kt d'éq. CO_2 pour chaque année de cette période.

4.14.6. Améliorations prévues par catégorie

Aucune amélioration n'est actuellement prévue pour ces catégories de sources.

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 : HFP et PFC (respectivement 4.15 et 4.16). La présente partie explique le contexte canadien.

Les hydrofluorocarbures (HFC) sont utilisés 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.

En gros, 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. Ainsi, les émissions canadiennes imputables à la consommation de HFC sont 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. Tous les HFC consommés au Canada sont importés en vrac ou sous forme d'articles ou de produits manufacturés (comme les réfrigérateurs). La consommation de HFC et donc son inventaire au Canada a commencé en 1995 et se poursuit de nos jours (Tableau 4–7).

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; une autre collecte obligatoire de données sur les activités portant sur les activités des années 2008 à 2012 a eu lieu en 2014. 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 puisque les hypothèses utilisées pour calculer cette partie des données sur les activités n'ont pas pu être vérifiées dans le cadre de ce rapport, les articles manufacturés n'ont pas été ajoutés.

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.

Un sondage obligatoire en 2014 sur les importations, les exportations et les ventes de HFC en vrac par type de HFC et par segment de marché constitue les données de base de la part en vrac de l'inventaire des HFC de 2008 à 2012. On a reçu quelques rapports additionnels qui comprenaient des données jusqu'en 2013 et 2014. En cas de chevauchement entre les sondages volontaires et les sondages obligatoires, le sondage obligatoire prévaut. Celui de 2014 a 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.

Deux établissements au Canada peuvent détruire les HFC et d'autres substances, mais aucune donnée n'existe sur la quantité de HFC détruite.

Tableau 4–7 HFC utilisés au Canada et leur chronologie

Type de HFC	Période	Type de HFC	Période
HFC-125	À partir de 1995	HFC-236fa	À partir de 1996
HFC-134a	À partir de 1995	HFC-245fa	À partir de 2001
HFC-143a	À partir de 1995	HFC-32	À partir de 1995
HFC-152a	À partir de 1995	HFC-365mfc	À partir de 2008
HFC-227ea	À partir de 1995	HFC-41	1999 et 2000
HFC-23	À partir de 1995	HFC-4310mee	À partir de 1998

Coefficients d'émission

Le Canada a recours à des coefficients d'émission nationaux qui illustrent l'évolution des pratiques prescrites par les règlements provinciaux et fédéraux en matière d'HFC ainsi que les règlements et les améliorations mises en place par l'industrie dans la conception et la fabrication des contenants d'HFC.

Les coefficients d'émission de 1995 et 1998 sont extraits des Lignes directrices du GIEC - Version révisée de 1996 (GIEC/OCDE/AIE, 1997). 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 d'émission propres au pays ont été appliqués depuis 2010, puisque cette année fait partie de la période allant de 2006 (où la réglementation était en place) à 2012 (année de réalisation du sondage). On a interpolé la valeur des coefficients d'émission entre 1998 et 2010 afin d'obtenir des valeurs annuelles qui prennent en compte l'évolution des pratiques imposées par la réglementation. Tous 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:

$$C_{net,i} = IM_{Bulk,i} + IM_{manufacture,i} - EX_{manufacture,i}$$

où :

$C_{net,i}$	=	consommation nette de HFC i, kg
$IM_{Bulk,i}$	=	Importations en vrac de HFC i, en kg
$IM_{manufacture,i}$	=	importations d'articles manufacturés de HFC i, kg
$EX_{manufacture,i}$	=	exportations d'articles manufacturés de HFC i, 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 (ministère de l'Environnement du Japon, 2009). 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. AQ/CQ 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 qualité de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le Manuel sur la qualité du Canada (Environnement Canada, 2014). Les contrôles étaient conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1, exposées dans les Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006). Le seul élément digne de mention était qu'il fallait davantage creuser les données des réponses fournies aux sondages précédents pour vérifier les quantités de HFC 245fa pour les années 2001 à 2007.

4.15.5. Recalculs par catégorie

Les émissions de toutes les sous-catégories ont été recalculées pour donner suite à une mise à jour des données sur les activités et des coefficients d'émission, aux modifications méthodologiques apportées pour respecter les Lignes directrices 2006 du GIEC et à l'application d'un nouveau modèle de croissance pour les données sur les activités, faisant appel à des variables substitutives. Plus précisément, on a actualisé les données sur les activités pour les importations en vrac de HFC et le HFC contenu dans les produits pour 2008 à 2012; les importations et les exportations de HFC contenu dans les produits de 1995 ont été estimées à partir des données des relevés de 1996 à 1999; et les données sur les activités pour le HFC 245fa englobent maintenant également la période 2001 à 2010. En ce qui concerne les coefficients d'émission, de nouveaux coefficients propres au pays ont été employés pour la sous-catégorie de réfrigération « Autre », et on a corrigé l'erreur de conversion liée aux pourcentages. On a également apporté des corrections aux formules d'émission pour toutes les sous-catégories (sauf pour la réfrigération et la climatisation). Enfin, les émissions résultant des opérations d'assemblage pour la réfrigération et la climatisation ont été retirées, conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC, et on a recalculé les estimations associées à la sous-catégorie de l'extinction d'incendie pour se conformer aux Lignes directrices. Ces recalculs ont porté de +660 % à +880 % la tendance à la hausse pour cette catégorie entre 1990 et 2013.

4.15.6. Améliorations prévues par catégorie

On creusera les données des sondages antérieurs pour récolter davantage d'information sur le HFC245fa. On examinera les recherches portant sur les coefficients d'émission des secteurs commerciaux et industriels, 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.

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

Les perfluorocarbures sont utilisés au Canada pour remplacer les substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO) dans les sous-catégories suivantes : réfrigération et climatisation, agents d'expansion, aérosols et solvants.

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 1995-2014. 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 2014, 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 2014 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 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 Tableau 4–8)

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. Le taux annuel de fuite retenu pour chaque catégorie est illustré au Tableau 4–8.

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.

Tableau 4–8 Pourcentage des pertes de PFC (k) pendant l'assemblage et taux de fuites (x) pour différentes applications

Type d'application	Valeur de k (%)	Valeur de x (%)
Réfrigération (y compris à températures ultrabasses)	3,5	17
Climatiseurs stationnaires	3,5	17
Climatiseurs mobiles	4,5	30

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/OCDE/AIE, 1997). La quantité résiduelle de PFC est piégée dans la mousse et rejetée lentement pendant environ 20 ans. On a utilisé la section 2.17.4.3 du chapitre 2 du volume 3 des Lignes directrices du GIEC – Version révisée de 1996 (GIEC/OCDE/AIE, 1997) afin de 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.

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 ±10 % à ±23 %.

4.16.4. AQ/CQ et vérification par catégorie

La consommation d'halocarbures entraînant des émissions de PFC n'est pas une catégorie clé. Cependant, elle a fait l'objet de contrôles de qualité de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le Manuel sur la qualité du Canada (Environnement Canada, 2014). Les contrôles effectués sont conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 qui figurent dans les Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques (GIEC, 2000).

4.16.5. Recalculs par catégorie

Aucun nouveau calcul n'a été effectué pour cette catégorie.

4.16.6. Améliorations prévues par catégorie

Aucune amélioration n'est actuellement prévue pour ces catégories.

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), 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) et les émissions de CO_2 attribuables à l'utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un système de réduction catalytique sélective (RCS) (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.

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 2014) 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 2006-2014

ont été fournies par l'Association canadienne de l'électricité (ACÉ) et Hydro-Québec, qui représentent ensemble les compagnies d'électricité du Canada. Les données sur les émissions soumises par l'ACÉ et Hydro-Québec 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 et Hydro-Québec 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 pour les années de 2006 à 2014 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).

Émissions de N_2O relatives aux applications médicales (catégorie 2.G.3.a du CUPR) et utilisation du N_2O comme agent propulseur (catégorie 2.G.3.b du CUPR)

Les estimations des émissions de N_2O 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 N_2O, on suppose que les ventes au pays et les importations 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 N_2O en 2005 par application (Cheminfo Services, 2006). On suppose que les profils des ventes des années 2006 à 2014 sont les mêmes que celui de 2005. Les quantités de N_2O 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.

Les données relatives à l'importation de N_2O ne sont plus accessibles auprès de Statistique Canada depuis 2012. Par conséquent, les données concernant l'importation de N_2O entre 2012 et 2014 ont été estimées en fonction d'une ligne de tendance fondée sur les importations de N_2O de 2005 à 2011.

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, 2015).

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).

Émissions de CO_2 imputables à l'utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un système de réduction catalytique sélective (RCS) (catégorie 2.G.4 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.

Les convertisseurs catalytiques utilisant l'urée pour contribuer à la réduction des émissions de NO_x sont appelés catalyseurs

de réduction catalytique sélective (RCS). Il faut prendre en considération les données sur l'activité de transport routier afin de déterminer l'activité relative aux calculs d'estimations d'émissions. Plus particulièrement, le nombre de véhicules en circulation, les rapports de consommation d'essence et les kilomètres parcourus sont utilisés pour déterminer la quantité de diesel consommé par ces véhicules et, par conséquent, le volume d'additif du fluide d'échappement diesel (FED) à base d'urée consommé par leur catalyseur de RCS. Pour de plus amples renseignements sur les sources de ces informations, consulter l'annexe A3.3.

Afin de déterminer quelle portion du parc est équipée de cette technologie (coefficient de pénétration de la technologie), on a recours aux données réglementaires et de certification des véhicules pour cibler les véhicules équipés de RCS. Les données du Recensement de véhicules en service 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 coefficients 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 fluide d'échappement diesel de 32,5 % a été corroboré dans les installations nationales d'essais d'émissions de véhicules d'Environnement Canada où on a mesuré les concentrations à l'aide d'un réfractomètre dans lecadre d'un programme d'essai[20].

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

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la catégorie du SF_6 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 ±30,0 %. Selon les années, les sources des données et la méthodologie employée pour estimer les émissions de SF_6 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 N_2O 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 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.

Une évaluation de l'incertitude de niveau 1 a été réalisée pour la catégorie des émissions de CO_2 attribuables à l'utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un système de réduction catalytique sélective (RCS). L'incertitude générale était de ±50 %.

4.17.4. AQ/CQ et vérification par catégorie

Les catégories suivantes : Consommation de SF_6 dans l'équipement électrique, Émissions de N_2O imputables à des applications médicales et à l'utilisation du N_2O comme agent propulseur et Émissions de PFC issues d'autres utilisations de produits confinés ont fait l'objet de contrôles de qualité de niveau 1, tels qu'ils sont définis dans le Manuel sur la qualité du Canada (Environnement Canada, 2014). Les contrôles étaient conformes aux procédures de CQ pour inventaire général de niveau 1 des Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques (GIEC, 2000).

La catégorie des émissions de CO_2 imputables à l'utilisation de l'urée dans les véhicules équipés d'un système de RCS a fait l'objet de contrôles de la qualité informels par l'intermédiaire du processus de modélisation.

4.17.5. Recalculs par catégorie

Ces catégories ont fait l'objet de légers recalculs, à savoir : mises à jour de la consommation de SF_6 dans l'équipement électrique déclarée par les installations; mise à jour des données et sur l'importation de N_2O et mise à jour des données sur les activités pour les émissions de CO_2 imputables à l'utilisation d'urée dans les véhicules dotés d'un système de RCS.

4.17.6. Améliorations prévues par catégorie

Aucune amélioration n'est actuellement prévue pour ces catégories.

20 Rideout G. 2014. Communications personnelles (courriel à S. McKibbon, daté du 4 novembre 2014). Division des inventaires et rapports sur les pollutants, Environnement et Changement climatique Canada.

Chapitre 5

Agriculture (secteur 4 du CUPR)

5.1. Aperçu

Parmi 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) attribuables à la production animale et les catégories des sols agricoles (N_2O) et du brûlage des résidus de récolte dans les champs (CH_4 et N_2O) attribuables à la production de cultures. 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)

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 élevages d'animaux de plus petite envergure, comme les bisons[1], les lamas, les alpagas, les chevaux, les chèvres, les wapitis, les cerfs, les sangliers, les renards, les visons, les lapins ainsi que les mules et les ânes, sont également destinés au marché commercial.

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 sub-humide 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 une 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, mais ce chiffre a diminué depuis, passant à 12 et à 13 millions de bêtes, respectivement. Depuis 1990, la population de volaille a augmenté, atteignant 140 millions de têtes. Depuis 1990 également, le cheptel des vaches laitières a diminué progressivement et comptait moins de 1 million de têtes en 2014.

Depuis 1990, les pratiques culturales ont changé au Canada; la production de canola a augmenté, passant de 3 Mt à 16 Mt, celles de maïs, de 7 Mt à 11 Mt, et du soja, de 1,3 Mt à 6,0 Mt, et la production de blé a légèrement diminué, passant de 32 Mt à 29 Mt. L'utilisation d'engrais azotés synthétiques a fait un bond, passant de 1,2 Mt N en 1990 à 2,5 Mt N en 2014, et la superficie en jachère a diminué de 6,1 millions d'hectares (Mha) et celle des régions où l'on utilise des pratiques de conservation du sol a augmenté de 17 Mha.

Ces changements ont donc eu des effets sur les émissions totales de gaz à effet de serre (GES) du secteur de l'agriculture canadien, qui ont augmenté, passant de 49 Mt d'éq. CO_2 en 1990 à 59 Mt d'éq. CO_2 en 2014 (Tableau 5–1). Il s'agit d'une hausse de 21 % depuis 1990, qui est principalement attribuable à la croissance des cheptels de bovins de boucherie et de porcs (12 % et 28 %, respectivement) ainsi qu'à l'utilisation accrue d'engrais azotés synthétiques (107 %).

Les émissions de CH_4 attribuables au bétail sont passées de 26 Mt d'éq. CO_2 en 1990 à 29 Mt d'éq. CO_2 en 2014, 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 2014, on estime que les émissions moyennes de CH_4 ont augmenté de 2,5 Mt d'éq. CO_2, soit de 10 %. La hausse des émissions observée se situe dans une plage d'incertitude de 5 à 13 %. Les émissions de N_2O attribuables aux sols agricoles et au bétail sont passées de 21 Mt d'éq. CO_2 en 1990 à 28 Mt d'éq. CO_2 en 2014, et les estimations moyennes se situent dans une plage d'incertitude de -27 à +29 %. Pendant la série chronologique, les émissions moyennes de N_2O ont augmenté de 6,4 Mt d'éq. CO_2, soit de 30 %.

Les émissions du secteur de l'agriculture ont atteint un sommet en 2005, puis ont diminué jusqu'en 2011, passant à 56 Mt d'éq. CO_2, avec une réduction des émissions de la production animale attribuable à la baisse des principales 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 attribuables aux engrais ont augmenté. Ces tendances, combinées à une production agricole élevée au cours des dernières années, ont mené à une hausse des émissions par rapport au creux de 2011.

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 est 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.

Tableau 5–1 Évolution à court et à long terme des émissions de GES provenant du secteur de l'agriculture[1]

Catégorie de source de GES		Émissions de GES (kt d'éq. CO_2)							
		1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Agriculture TOTAL[1]		49 000	59 000	61 000	57 000	56 000	58 000	60 000	59 000
Fermentation entérique (CH_4)		23 000	28 000	31 000	26 000	25 000	25 000	25 000	25 000
Bovins laitiers		4 400	3 900	3 700	3 600	3 600	3 600	3 700	3 700
Bovins de boucherie[2]		18 000	23 000	26 000	21 000	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
Gestion des fumiers		7 600	9 100	9 800	8 500	8 400	8 400	8 400	8 500
Bovins laitiers	CH_4	980	880	850	820	820	810	840	840
	N_2O	560	450	420	390	390	380	380	380
Bovins de boucherie[2]	CH_4	960	1 100	1 200	1 000	1 000	1 000	990	980
	N_2O	1 900	2 700	3 000	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400
Porcs	CH_4	1 300	1 700	2 000	1 600	1 600	1 600	1 600	1 700
	N_2O	90	110	130	110	110	110	110	110
Volaille	CH_4	160	190	190	190	190	190	190	190
	N_2O	430	530	540	560	560	560	560	560
Autres[4]	CH_4	40	50	60	60	60	60	60	60
	N_2O	90	150	180	160	160	160	160	160
Source indirecte de	N_2O	1 000	1 200	1 300	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100
Sols agricoles (N_2O)		17 000	19 000	19 000	21 000	20 000	22 000	24 000	23 000
Sources directes		14 000	16 000	15 000	17 000	16 000	18 000	19 000	19 000
Engrais azotés synthétiques		5 700	7 400	6 800	8 400	8 800	10 000	11 000	11 000
Fumiers épandus comme engrais		1 700	2 000	2 100	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800
Décomposition des résidus de récolte		4 500	4 600	5 000	5 600	5 100	5 300	6 400	5 600
Travail des sols organiques		60	60	60	60	60	60	60	60
Minéralisation du carbone organique dans le sol		660	650	610	730	780	830	890	960
Méthodes de conservation du sol[5]		-300	-760	-880	-990	-1 100	-1 300	-1 500	-1 400
Jachère		1 400	1 100	790	520	480	470	460	370
Irrigation		340	400	400	390	400	410	440	410
Fumiers des pâturages, grands parcours et enclos		220	240	250	220	210	210	210	210
Sources indirectes		3 000	3 700	3 700	3 900	3 900	4 300	4 600	4 500
Brûlage des résidus de récolte (CH_4 et N_2O)		230	130	50	30	30	40	50	50
Application de chaux et d'urée (CO_2)		1 200	1 600	1 400	1 800	2 000	2 300	2 600	2 500

Notes:
1. Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.
2. Les « bovins de boucherie » incluent les génisses laitières.
3. Comprend : bisons, chèvres, chevaux, agneaux, lamas/alpagas, moutons et porcs, chevreuils/wapitis, sangliers, ânes et mules.
4. Comprend : bisons, chèvres, chevaux, agneaux, lamas/alpagas, moutons, renards, visons, lapins, chevreuils/wapitis, sangliers, ânes et mules.
5. Les valeurs négatives indiquent une réduction des émissions de N_2O grâce à l'adoption de méthodes de conservation du sol.

Dans ce rapport, on a calculé que les émissions, comparativement au rapport précédent, étaient plus basses de 79 kt d'éq. CO_2 en 1990, de 151 kt d'éq. CO_2 en 2005 et de 126 kt d'éq. CO_2 en 2013, soit des recalculs de 0,16 %, 0,25 % et 0,21 % respectivement (Tableau 5–2).

Certaines modifications ont été apportées à des catégories d'animaux mineures et à la pratique du chaulage, et des erreurs ont été corrigées dans les répartitions spatiales du bétail, les superficies cultivées et les pratiques de travail du sol. Ces modifications sont attribuables soit à l'amélioration continue de l'inventaire (corrections d'erreurs mineures), soit aux recommandations des experts de l'équipe d'examen (EEE) (Tableau 5–3).

Il n'y a aucune production de riz au Canada; les émissions de CH_4 issues de la riziculture y sont donc inexistantes. Le brûlage dirigé des savanes n'est pas une pratique utilisée au Canada. Enfin, les émissions de GES imputables à la combustion de combustibles à la ferme sont incluses dans le secteur de l'énergie (chapitre 3).

Pour chaque catégorie de sources d'émissions, on trouve dans le présent chapitre une introduction et une brève description

Tableau 5–2 Résumé quantitatif des recalculs pour le secteur de l'agriculture dans le Rapport d'inventaire national de 2016

		Nouveaux calculs (kt d'éq. CO_2)						
		1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Rapport précédent (RIN de 2015), kt d'éq. CO_2		49 000	59 000	62 000	57 000	56 000	58 000	60 000
Rapport actuel (RIN de 2016), kt d'éq. CO_2		49 000	59 000	61 000	57 000	56 000	58 000	60 000
Changement imputable aux recommandations de l'EEE :								
Ajout des ânes et des mules		4	4	5	5	5	5	5
Fermentation entérique et gestion du fumier	kt d'éq. CO_2	3	3	4	4	4	4	4
	%	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sols agricoles	kt d'éq. CO_2	1	1	1	1	1	1	1
	%	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Correction de coefficient d'émission visant à inclure une portion de la dolomite englobée dans les données sur le calcaire		8	9	4	4	5	7	7
Émissions de CO_2 résultant de l'épandage de chaux	kt d'éq. CO_2	8	9	4	4	5	7	7
	%	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Variation en raison de l'amélioration continue ou du peaufinage :								
Recalcul des populations d'animaux à fourrure tenant compte de la durée de vie de ces animaux		-120	-140	-170	-60	-30	-30	-20
Gestion des fumiers	kt d'éq. CO_2	-80	-90	-110	-40	-20	-20	-10
	%	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	-0,03	-0,03	-0,02
Agricultural Soils	kt d'éq. CO_2	-50	-50	-60	-20	-10	-10	-10
	%	-0,1	-0,1	-0,1	-0,04	-0,02	-0,02	-0,02
Correction d'erreurs sur la répartition du bétail, les superficies cultivées et les pratiques de travail du sol tirées du Recensement de l'agriculture		50	60	40	-10	-40	-70	-90
Sols agricoles	kt d'éq. CO_2	50	60	40	-10	-40	-70	-90
	%	0,001	0,001	0,001	-0,0001	-0,001	-0,001	-0,002

Tableau 5–3 Résumé qualitatif des révisions des méthodologies, des corrections et des améliorations apportées au rapport du Canada pour 2016

Correction ou amélioration	Catégorie de recalcul	Années visées
1. Correction à l'application du coefficient d'émission prescrit par les Lignes directrices de 2006 pour les animaux à fourrure. Dans l'inventaire de 2015, les coefficients d'émission avaient été appliqués aux populations totales d'animaux à fourrure, alors qu'ils auraient dû être appliqués uniquement au stock reproducteur.	Émissions de CH_4 provenant de la gestion des fumiers, et émissions de N_2O issues des émissions directes et indirectes des systèmes de gestion des fumiers et des sols agricoles	1990–2014
2. Ajout des ânes et des mules, selon la recommandation antérieure de l'EEE.	Émissions de CH_4 provenant de la fermentation entérique et de la gestion des fumiers, et émissions de N_2O issues des émissions directes et indirectes des systèmes de gestion des fumiers et des sols agricoles	1990-2014
3. Correction d'erreurs mineures à la répartition spatiale du bétail, aux superficies cultivées et aux pratiques de travail du sol.	Émissions de N_2O provenant des sols agricoles	1990-2014
4. Changement au coefficient d'émission pour l'épandage de chaux afin de prendre en compte une partie de la dolomite contenue dans les revêtements conformément aux recommandations des EEE.	Émissions de CO_2 provenant de l'épandage de chaux en agriculture	1990-2014
5. Correction mineure à la série chronologique concernant le poids du bétail bovin.	Émissions de CH_4 provenant de la fermentation entérique	1990-2014

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 d'activité 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 (CH_4) 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 CH_4 étant un sous-produit de la fermentation. Ce processus aboutit à une accumulation de CH_4 dans le rumen, qui est ensuite rejeté par éructation et expiration. Une partie du CH_4 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 CH_4.

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 engraissée dans des parcs d'engraissement, et des systèmes de pâturage de faible densité de type ranch pour des exploitations de naissage. La majorité de la production laitière se fait dans l'est du Canada dans des installations présentant un niveau de production élevé et une grande densité d'animaux. 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 CH_4 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 CH_4 sont calculées par province en multipliant la population animale de la catégorie ou sous-catégorie d'animaux donnée par son coefficient d'émission à l'échelle régionale.

Pour les bovins, les coefficients d'émission de CH_4 sont estimés au moyen de la méthode d'estimation de niveau 2 du GIEC, selon les équations fournies par les *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques* (GIEC, 2000). 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'émission 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.

L'augmentation de la production laitière des troupeaux de bovins laitiers au cours de la période de 1990 à 2014 s'est traduite par un accroissement de 20 % du coefficient d'émission de CH_4 pour cette catégorie d'animaux. À mesure que croît la production laitière, la quantité d'énergie nécessaire à la lactation (ENl) 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 7,5 % les coefficients d'émission 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'émission 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 21 %. Puisque les animaux en cours d'engraissement présentent un coefficient d'émission plus faible, le coefficient d'émission général pour la catégorie 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 CH_4 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'émission disponibles.

Les données d'activité, 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

Une analyse de l'incertitude à l'aide de la technique de Monte-Carlo a été réalisée sur 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. En 2014, les plages d'incertitude de l'analyse de 2012 ont été appliquées aux nouvelles estimations des émissions.

Les plages d'incertitude des émissions de CH_4 attribuables à la fermentation entérique étaient semblables en 1990 et en 2014, 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 2014, on estime que la moyenne des émissions a augmenté de 2,4 Mt d'éq. CO_2, soit une hausse de 11 %. L'augmentation se situe dans une plage d'incertitude de 6 à 16 %.

L'incertitude relative aux émissions était principalement due au calcul du coefficient d'émission. La plage d'incertitude entourant le calcul des coefficients d'émission 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'émission 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 (Ym) et le coefficient associé à l'estimation de l'énergie nette de maintien (Cfi) (Karimi-Zindashty *et al*., 2012).

La méthode et les paramètres utilisés pour le calcul des coefficients d'émission sont conformes dans l'ensemble de la série chronologique (1990-2014), 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 sur supports papier et électronique. Les coefficients d'émission 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, des données d'entrée ainsi qu'un examen et une compilation des études canadiennes sur la fermentation entérique (MacDonald et Liang, 2011). Cet examen donne 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 soient élaborés des paramètres propres au pays, qui tiennent compte des effets des pratiques régionales de gestion sur les émissions, remplaçant les valeurs par défaut du GIEC utilisées dans le modèle des émissions. On trouve plus de précisions à ce sujet à l'annexe 3.4.

Tableau 5–4 Degré d'incertitude des estimations des émissions de CH_4 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)		954	907 (-5,2%)	1 006 (+5,2%)
	Coefficient d'émission de niveau 2 (kg/tête/an)		155	130 (-16%)	188 (+21%)
	Émissions (Mt d'éq. CO_2)		3,7	3,1 (-17%)	4,5 (22%)
Bovins non laitiers	Population (1000 têtes)		11 956	11 741 (-1,8%)	12 183 (+1,9%)
	Coefficient d'émission de niveau 2 (kg/tête/an)		69	56 (-19%)	84 (+22%)
	Émissions (Mt d'éq. CO_2)		20	16 (-19%)	25 (+25%)
Autres animaux	Émissions (Mt d'éq. CO_2)			0,9 (-18%)	1,3 (+17%)
Émissions totales	Émissions (Mt d'éq. CO_2)	1990	23	19 (-17%)	28 (+22%)
		2014	25	21 (-17%)	31 (+22%)
	Tendance	1990–2014	2,7 (10%)	1,4 (+6%)	3,7(+16%)

Notes :
1. Valeur moyenne tirée de la base de données, à l'exception des données sous « Tendance », qui représentent la différence entre 1990 et 2014.
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 2014.

5.2.5. Recalculs

Les recalculs ont été mineurs dans ce rapport (moins de 1 %, Tableau 5–5). L'ajout des mules et des ânes a fait monter de 2 à 3 kt les estimations relatives à la fermentation entérique tout au long de la série chronologique, mais cette hausse a été contre-balancée par un rajustement très mineur à la série chronologique concernant le poids des bovins, qui a fait baisser les émissions de 20 à 30 kt.

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.

À l'heure actuelle, des données sont recueillies dans le but d'établir une série chronologique qui tienne compte des changements de la digestibilité des rations alimentaires du bétail laitier. La méthodologie est en voie d'être améliorée et documentée. De nouvelles données et méthodes seront incorporées à court terme.

Une étude, qui vise à caractériser la variabilité des stratégies de gestion des animaux dans différentes régions du Canada, entreprise auprès d'experts canadiens de l'industrie du bœuf afin d'actualiser et d'améliorer le modèle de production bovine est presque terminée. 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 (SGF) 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 SGF comprennent aussi, dans une moindre mesure, d'autres méthodes comme le compostage et les biodigesteurs. Aucun fumier n'est brûlé comme combustible.

Du CH_4 et du N_2O 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 SGF utilisé. En général, les SGF à faible aération émettent beaucoup de CH_4, mais relativement peu de N_2O, alors que les systèmes bien aérés émettent beaucoup de N_2O et relativement peu de CH_4.

Tableau 5–5 Recalculs des estimations des émissions et leur incidence sur la tendance des émissions et sur les émissions totales des sources agricoles imputables à la fermentation entérique, à la gestion des émissions de CH_4 des fumiers et à la gestion des émissions de N_2O 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	2015	22 838	-18	-0,1	Long term (1990 - 2013)	
		2016	22 820			10	10
	2005	2015	31 382	-26	-0,1		
		2016	31 355			Short term (2005 - 2013)	
	2013	2015	25 234	-19	-0,1	-20	-20
		2016	25 215				
Gestion des fumiers CH_4	1990	2015	3 507	-16	-0,5	Long term (1990 - 2013)	
		2016	3 491			5,5	6,0
	2005	2015	4 312	-25	-0,6		
		2016	4 287			Short term (2005 - 2013)	
	2013	2015	3 701	-1	0,0	-14	-14
		2016	3 701				
Gestion des fumiers - émissions directes de N_2O	1990	2015	3 132	-57	-1,8	Long term (1990 - 2013)	
		2016	3 075			15	17
	2005	2015	4 302	-75	-1,7		
		2016	4 228			Short term (2005 - 2013)	
	2013	2015	3 604	-11	-0,3	-16	-15
		2016	3 593				
Gestion des fumiers - émissions indirectes de N_2O	1990	2015	989	-4	-0,4	Long term (1990 - 2013)	
		2016	985			14	14
	2005	2015	1 319	-5	-0,4		
		2016	1 314			Short term (2005 - 2013)	
	2013	2015	1 128	-1	-0,1	-14	-14
		2016	1 127				

Les pratiques de gestion des fumiers varient d'une région et d'une catégorie d'animaux à l'autre. Les élevages laitier, avicole et porcin ont lieu dans des installations d'élevage modernes comptant une grande densité d'animaux. Les bovins laitiers et les porcs produisent de grandes quantités de fumier liquide tandis que l'élevage avicole produit du fumier solide, et ces deux types de fumier 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. Les systèmes d'élevage pour les 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, consistent généralement en 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 CH_4 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 CO_2. Cependant, s'il y a peu d'oxygène, le carbone est réduit, ce qui entraîne la production de CH_4. La quantité de CH_4 produit varie en fonction des caractéristiques du fumier et du type de SGF. 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'émission 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'émission 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).

Tous 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), à partir de laquelle on a estimé la quantité de solides volatils (SV) 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. Dans le cas des catégories Porcs, Moutons et Volaille, on a utilisé des paramètres différents pour les sous-catégories d'animaux en fonction de la taille des porcs et des moutons, ainsi que pour les dindons, les poulets à griller et les poules pondeuses de la catégorie des volailles.

Les coefficients d'émissions ont été établis à l'aide du potentiel de production maximale de CH_4 (B_0), et les facteurs de conversion de CH_4 sont tirés des Lignes directrices 2006 du GIEC. Les SGF ont été tirés de Marinier *et al*. (2005) pour chaque province et tiennent compte des différences régionales en ce qui a trait aux pratiques d'élevages et aux systèmes d'entreposage du fumier. Pour les espèces animales mineures récemment ajoutées, soit les animaux à fourrure, les lapins, les cerfs et wapitis de même que les mules et les ânes, on a appliqué des coefficients d'émissions de niveau 1. La section A3.4.3 de l'annexe 3.4 présente une description plus approfondie du calcul de la répartition proportionnelle des SGF.

L'augmentation des coefficients d'émission de 1990 à 2014 (voir le Tableau A3-14 de l'annexe 3.4) indique un apport énergétique brut supérieur pour les bovins laitiers en raison d'une production laitière accrue, et pour les bovins de boucherie en raison de changements quant au poids vif (voir la section 5.2.2). Une baisse des coefficients d'émission associés aux porcs est liée au transfert de la production porcine de l'Est vers l'Ouest canadien.

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'information 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 CH_4 dues à la gestion des fumiers en 2014, soit 3,7 Mt d'éq. CO_2, 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 3,5 Mt d'éq.

Tableau 5–6 Degré d'incertitude des estimations des émissions de CH_4 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 (1000 têtes)		954	905 (-5,2%)	1 004 (+5,2%)
	Coefficient d'émission de niveau 2 (kg/tête/an)		35,0	13 (-60%)	53 (+50%)
	Émissions (Mt d'éq. CO_2)		0,84	0,33 (-61%)	1,3 (+50%)
Bovins non laitiers	Cheptel (1000 têtes)		11 956	11 741 (-1,8%)	12 183 (+1,9%)
	Coefficient d'émission de niveau 2 (kg/tête/an)		3,3	2,2 (-34%)	5,3 (+62%)
	Émissions (Mt d'éq. CO_2)		0,98	0,65 (-34%)	1,6 (+65%)
Porcs	Cheptel (1000 têtes)		12 860	12 512 (-2,7%)	13 207 (+2,7%)
	Coefficient d'émission de niveau 2 (kg/tête/an)		5,1	2,5 (-51%)	7,2 (+43%)
	Émissions (Mt d'éq. CO_2)		1,6	0,80 (-51%)	2,3 (+44%)
Autres animaux	Émissions (Mt d'éq. CO_2)		0,24	0,16 (-35%)	0,28 (+15%)
Émissions totales	Émissions (Mt d'éq. CO_2)	1990	3,5	2,3 (-33%)	4,8 (+38%)
		2014	3,7	2,5 (-32%)	4,7 (+27%)
	Tendance	1990–2014	0,19 (5,5%)	-0,34 (-9,6%)	0,28 (+8%)

Notes:
1. Valeur moyenne tirée de la base de données, à l'exception des données sous « Tendance », qui représentent la différence entre 1990 et 2014.
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 2014.

CO_2, 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 5,5 % de la moyenne des émissions entre 1990 et 2014 se situe dans une plage d'incertitude présentant une diminution possible de 10 % et une augmentation maximale de 8 %.

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'émission. La limite supérieure de la plage d'incertitude entourant le coefficient d'émission 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 appliqué à toutes les régions du Canada et à tous les types d'animaux, et du potentiel maximal de production de méthane (B_0) (Karimi-Zindashty *et al.*, 2012).

La méthode et les paramètres utilisés dans le calcul des coefficients d'émission sont conformes pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2014), 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 sous format papier et électronique. Les coefficients d'émission de CH_4, 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 sur supports papier et 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 recalculs effectués à la lumière des données sur la gestion du fumier (Tableau 5–5) étaient également mineurs. Après avoir revu l'application des estimations d'émissions des animaux à fourrure dans le rapport de 2015, on a réévalué la façon dont les coefficients d'émission étaient appliqués aux populations animales. Un examen des sources sur lesquelles reposent les méthodologies du GIEC a montré que les coefficients d'émissions devaient s'appliquer au stock reproducteur plutôt qu'à l'ensemble des populations animales. Pour les populations de visons et de renards, on a trouvé une autre source de données qui permettait d'estimer les stocks reproducteurs annuels dans les fermes d'animaux à fourrure, et l'on a révisé les données sur les lapins selon la production annuelle de lapereaux. Ces modifications ont fait baisser les estimations d'émissions d'un maximum de 26 kt d'éq. CO_2 en 2006, une baisse légèrement contrebalancée par l'ajout de la catégorie des mules et des ânes, qui a ajouté 0,2 kt d'éq. CO_2 au total.

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 fumiers (SGF) d'après les enquêtes sur la gestion agroenvironnementale (EGA) de Statistique Canada. Ces données, combinées à celles publiées récemment sur la gestion du bétail (Sheppard *et al*., 2009a, 2009b, 2010, 2011a, 2011b; Sheppard et Bittman 2011, 2012) peuvent servir de base à l'élaboration d'une nouvelle série chronologique sur la gestion des fumiers à moyen terme.

Tel qu'il est indiqué à la section 5.2.6, des données sont recueillies dans le but d'établir une série chronologique qui tienne compte des changements de la digestibilité des rations alimentaires. Une méthode permettant d'incorporer une série chronologique de données sur l'énergie digestible utilisée dans le calcul des solides volatils pour certaines catégories d'animaux sera élaborée et utilisée à moyen terme.

5.3.2. Émissions de N_2O imputables à la gestion du fumier (catégorie 3.B (b) du CUPR)

5.3.2.1. Description de la catégorie de sources

La production de N_2O 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 (NH_4^+) en nitrate (NO_3^-), et la dénitrification est la réduction de NO_3^- en N_2O ou en N_2. 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 du fumier émettant les plus grandes quantités de N_2O. Les émissions d'oxyde de diazote imputables au fumier produit dans les pâturages, les grands parcours et les enclos par les animaux au pacage sont déclarées dans une catégorie distincte (voir la section 5.4.1.4).

5.3.2.2. Questions de méthodologie

Pour estimer les émissions de N_2O imputables à la gestion du fumier, on utilise la méthode de niveau 1 du GIEC. Les émissions sont calculées, pour chaque catégorie d'animaux, en multipliant la population d'une catégorie donnée par son taux d'excrétion d'azote et par le coefficient d'émission associé au système de gestion des déchets animaux.

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 CH_4 imputables à la gestion du fumier (section 5.3.1). Les taux moyens annuels d'excrétion d'azote des animaux domestiques proviennent des Lignes directrices 2006 du GIEC. La quantité d'azote dans le fumier perdue par lixiviation et volatilisation de NH_3 et de NO_x pendant le stockage est modifiée selon le type d'animal et le système de gestion du fumier, et ce, en fonction des valeurs par défaut fournies dans les Lignes directrices 2006 du GIEC.

On a estimé la fraction d'azote disponible pour la conversion en N_2O en appliquant les coefficients d'émission propres à chaque système à la quantité d'azote dans le fumier traité par chaque système de gestion. Les coefficients d'émission 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 N_2O 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 N_2O 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 N_2O liées à la gestion du fumier, 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 CH_4 imputables à la fermentation entérique et à la gestion du fumier 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 N_2O imputables à la gestion du fumier, qui était de 3,6 Mt d'éq. CO_2 pour 2014, se situe dans une plage d'incertitude de 2,1 Mt d'éq. CO_2 (-43 %) à 5,4 Mt d'éq. CO_2 (+51 %) (tableau 5-7). La plus grande partie de l'incertitude est associée au coefficient d'émission de niveau 1 du GIEC (incertitude de +/-100 %). L'analyse de l'incertitude initiale était limitée par la taille du modèle d'émissions de N_2O 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.

La même méthodologie, les mêmes coefficients d'émission et les mêmes sources de données ont été utilisés pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2014).

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 sur supports 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 N_2O dans le domaine de l'agriculture.

Peu de données ont été publiées par rapport aux émissions de N_2O 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

L'inclusion d'une nouvelle catégorie d'animaux, Mules et ânes, a fait légèrement augmenter les estimations des émissions de N_2O provenant de la gestion des fumiers. Cette faible augmentation a toutefois été amplement contrebalancée par un rajustement à la baisse des quantités d'azote excrétées par les animaux à fourrure (Tableau 5–5) faisant suite aux changements décrits à la section 5.3.1.5, c'est-à-dire appliquer les taux d'excrétion de N au stock reproducteur plutôt qu'à l'ensemble des populations animales. Ces changements ont comme incidence nette une réduction d'émissions de 57 kt d'éq. CO_2 en 1990, de 75 kt d'éq. CO_2 en 2005 et de 11 kt d'éq. CO_2 en 2013, avec un changement relatif de moins de 2 % (Tableau 5–5). Ces recalculs ont également modifié la tendance des émissions à long terme (qui est passée de 15 % à 17 %) et la tendance des émissions à court terme (passée de -16 % à -15 %).

5.3.2.6. Améliorations prévues

Au Canada, il existe peu de données sur les mesures directes des émissions de N_2O dues à la gestion du fumier. Grâce aux récents progrès de la science par rapport aux techniques analytiques, on peut désormais mesurer directement les émissions de N_2O à partir de sources ponctuelles. Toutefois, il faudra sans doute plusieurs années avant que les émissions de N_2O des divers systèmes de gestion du fumier au Canada puissent être mesurées et vérifiées de façon fiable.

Comme il a été mentionné à la section 5.3.1.6, des plans sont en place afin de vérifier si des améliorations pourraient être apportées aux valeurs utilisées pour la répartition des systèmes de gestion des déchets animaux, d'après des enquêtes sur la gestion agroenvironnementale menées par Statistique Canada.

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 seront calculés et appliqués à moyen terme.

D'autres analyses visant à établir l'incertitude de la tendance à moyen terme seront menées.

5.3.3. Émissions indirectes de N_2O imputables à la gestion du fumier (catégorie 3.B (c) du CUPR)

5.3.3.1. Description de la catégorie de sources

Les émissions de N_2O imputables à la gestion des fumiers peuvent aussi être générées indirectement par la volatilisation de NH_3 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 NH_3 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, par érosion et par 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 N_2O.

5.3.3.2. Questions de méthodologie

Les émissions indirectes de N_2O imputables à la gestion des fumiers sont estimées séparément de la volatilisation de NH_3 et du lessivage d'azote à l'aide de la méthode de niveau 1 du GIEC. Les fractions d'azote dans le fumier perdues par lixiviation et volatilisation de NH_3 et de NO_x pendant le stockage sont modifiées selon le type d'animal et le système de gestion du fumier,

et ce, en fonction des valeurs par défaut fournies dans les Lignes directrices 2006 du GIEC. Les coefficients d'émission de N_2O associés à la volatilisation de NH_3 et au lessivage d'azote au cours de l'entreposage et de la manutention du fumier sont tirés des Lignes directrices 2006 du GIEC.

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 N_2O imputables à la gestion des fumiers. La plupart des quantités incertaines associées aux populations de bétail, 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 NH_3 ainsi que les coefficients d'émission indirecte de N_2O sont disponibles, mais ne peuvent pas elles ne peuvent pas être appliquées 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'émission et les mêmes sources de données pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2014).

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 sur supports papier et électronique.

5.3.3.5. Recalculs

Les émissions indirectes de N_2O imputables à la catégorie de sources Gestion des fumiers ont fait l'objet de recalculs en raison de l'ajout des mules et des ânes et de la modification des quantités de N excrétées par les animaux à fourrure (Tableau 5–5), comme discuté aux sections 5.3.1.5 et 5.3.2.5. Ces changements ont modifié la quantité de N de fumier qui subit un lessivage et une volatilisation du NH_3. L'incidence nette des recalculs consiste en de légères baisses d'émissions de 4 kt d'éq. CO_2 en 1990, de 5 kt d'éq. CO_2 en 2005 et de 1 kt d'éq. CO_2 en 2013, avec un changement relatif inférieur à 0,5 %. Les recalculs n'ont pas touché la tendance des émissions à long terme ou à court terme.

5.3.3.6. Améliorations prévues

Comme il a été mentionné à la section 5.3.1.6, des plans sont en place afin de vérifier si des améliorations pourraient être apportées aux valeurs utilisées pour la répartition des systèmes de gestion des déchets animaux, d'après des enquêtes sur la gestion agroenvironnementale menées par Statistique Canada. Des efforts ont été déployés pour établir des fractions propres au pays pour la volatilisation de NH_3 et le lessivage d'azote associées aux catégories de bétail et aux systèmes de gestion des déchets animaux pour les bovins laitiers, les bovins à viande et les porcs, aux fins d'application à moyen terme

5.4. Émissions de N_2O attribuables aux sols agricoles (catégorie 3.D du CUPR)

Les émissions de N_2O attribuables aux sols agricoles consistent en des émissions directes et indirectes. Les émissions de N_2O imputables aux apports anthropiques d'azote proviennent directement des sols auxquels l'azote est ajouté et, indirectement : (i) de la volatilisation de l'azote des engrais synthétiques et du fumier en NH_3 et NO_x et son dépôt subséquent en dehors des sites; (ii) du lessivage et du ruissellement d'engrais synthétique, de fumier et de résidus de récoltes renfermant de l'azote. Les changements de pratiques de gestion et de rotation des cultures, comme la jachère, le travail du sol et l'irrigation, peuvent également avoir une incidence sur les émissions directes de N_2O en modifiant la minéralisation subséquente d'azote organique, la nitrification et la dénitrification.

5.4.1. Émissions directes de N_2O attribuables aux sols (catégorie 3.D.1 du CUPR)

Les sources directes de N_2O dans les sols sont l'épandage d'engrais azotés synthétiques et le fumier, les résidus de récolte en décomposition, les pertes de matière organique du sol par la minéralisation et la culture des histosols. 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 de la même façon les absorptions d'émissions par ces sources à partir des données sur l'azote pour l'épandage d'engrais azotés synthétiques et de fumier et sur l'azote des résidus de récolte.

5.4.1.1. Engrais azotés synthétiques

5.4.1.1.1. Description de la catégorie de sources

Les engrais synthétiques 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 N_2O. 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 N_2O imputables à l'épandage d'engrais azotés synthétiques sur les sols agricoles, laquelle tient compte des régimes d'humidité et des conditions topographiques. Les émissions de N_2O sont estimées par écodistrict, puis mises à l'échelle provinciale et nationale. La quantité d'azote épandue provient des données sur les ventes annuelles d'engrais. On pose l'hypothèse que tous les engrais azotés 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'émission 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 11 Mt d'éq. CO_2 pour 2014, se situe dans une plage d'incertitude de 7,0 Mt d'éq. CO_2 (-35 %) à 15 Mt d'éq. CO_2 (+43 %) (Tableau 5–1). 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'émission et le rapport précipitations/évapotranspiration potentielle (P/PE).

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émission pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2014).

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 sur supports papier et électronique.

Tandis que Statistique Canada procède à des vérifications de CQ avant la publication de données sur la consommation d'engrais azotés synthétiques, 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 synthétiques sur les sols agricoles au Canada varient en fonction des sites, mais on note une concordance étroite entre

Tableau 5–7 Estimations de l'incertitude des émissions de N_2O 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	3,6	2,1 (-43%)	5,4 (+51%)
	Émissions indirectes	1,1	0,5(-60%)	1,9 (+70%)
Sols agricoles(N_2O)		23	15 (-36%)	35 (+52%)
Sources directes		19	14 (-28%)	25 (+34%)
	Engrais azotés synthétiques	11	7,0 (-35%)	15 (+43%)
	Fumier épandu comme engrais	1,7	1,2 (-33%)	2,5 (+41%)
	Décomposition des résidus de culture	5,6	3,7 (-35%)	8,1 (+45%)
	Travail des sols organiques	0,06	0,01 (-79%)	0,12 (+96%)
	Minéralisation du carbone organique dans le sol	0,96	0,6 (-35%)	1,4 (+45%)
	Fumier produit sur les pâturages, dans les grands parcours et dans les enclos	0,21	0,1 (-60%)	0,4 (+75%)
	Immobilisation/minéralisation azotée des sols	-0,65	-0,4 (-44%)	-1,0 (+55%)
Sources indirectes		4,5	1,8 (-60%)	7,7 (+70%)
	Dépôt atmosphérique	1,7	0,4 (-75%)	3,6 (110%)
	Lessivage et ruissellement	2,7	0,5 (-80%)	5,4 (100%)

Notes :
1. 1. Valeur moyenne tirée de la base de données.
2. Les valeurs entre parenthèses représentent le pourcentage d'incertitude de la moyenne.

le coefficient d'émission par défaut de 1 % du GIEC (GIEC, 2006) et le coefficient d'émission 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).

5.4.1.1.5. Recalculs

Le changement apporté dans la quantité de N de fumier appliquée sous forme d'engrais, suite à l'ajout des mules et des ânes, de même que les modifications apportées à l'excrétion de N par les animaux à fourrure (voir les sections 5.3.1.5 et 5.3.2.5), ont amené une redistribution des quantités d'engrais azotés synthétiques parmi les écodistricts. En outre, des corrections apportées à l'application des données du *Recensement de l'agriculture* ont entraîné une révision des superficies cultivées. Ces nouveaux calculs sur les superficies de terres cultivées ont modifié la répartition des engrais azotés dans les écodistricts. Les nouveaux calculs ont permis de constater une augmentation de 0,7 kt d'éq. CO_2 en 1990, de 2,1 kt d'éq. CO_2 en 2005 et de 6,5 kt d'éq. CO_2 en 2013, avec un changement relatif de moins de 0,1 % (Tableau 5–8). Les recalculs n'ont aucunement modifié la tendance des émissions à court ou à long terme.

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'étude 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'émission de N_2O et les précipitations et l'évapotranspiration en saison de croissance.

Tableau 5–8 Recalculs des estimations des émissions de N_2O et leur incidence sur la tendance des émissions attribuables à l'application d'engrais, à l'épandage de fumiers, à la décomposition des résidus de récolte et aux fumiers des pâturages, grands parcours et enclos

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 synthétiques	1990	2015	5 655	0,7	0,01	Long terme (1990 - 2013)	
		2016	5 656			89	89
	2005	2015	6 765	2,1	0,03		
		2016	6 767			Court terme (2005 - 2013)	
	2013	2015	10 707	6,5	0,06	58	58
		2016	10 713				
Fumier épandu comme engrais	1990	2015	1 754	-35,1	-2,00	Long terme (1990 - 2013)	
		2016	1 719			3,2	4,9
	2005	2015	2 150	-47,2	-2,19		
		2016	2 103			Court terme (2005 - 2013)	
	2013	2015	1 810	-7,3	-0,41	-16	-14
		2016	1 803				
Décomposition des résidus de récolte	1990	2015	4 523	1,0	0,02	Long terme (1990 - 2013)	
		2016	4 524			41	42
	2005	2015	4 978	1,6	0,03		
		2016	4 979			Court terme (2005 - 2013)	
	2013	2015	6 400	2,0	0,03	29	29
		2016	6 402				
Fumiers des pâturages, grands parcours et enclos	1990	2015	216	0,1	0,06	Long terme (1990 - 2013)	
		2016	216			-4,4	-4,4
	2005	2015	251	0,1	0,04		
		2016	251			Court terme (2005 - 2013)	
	2013	2015	206	0,1	0,07	-18	-18
		2016	206				
Minéralisation du carbone organique du sol associé aux pratiques de gestion des terres cultivées	1990	2015	661	1,7	0,25	Long terme (1990 - 2013)	
		2016	662			35	35
	2005	2015	613	1,3	0,21		
		2016	615			Court terme (2005 - 2013)	
	2013	2015	891	1,5	0,17	45	45
		2016	893				

5.4.1.2. Fumier épandu comme engrais

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 synthétiques, 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'émission, pour chaque écodistrict, et ces résultats sont additionnés à l'échelle provinciale et nationale. Tout le fumier traité par les SGF, à l'exception du fumier déposé sur les pâturages, dans les grands parcours et dans les enclos par les bêtes au pacage, est censé être épandu ensuite sur les sols agricoles.

5

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'émission 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 du bétail au Canada, qui est de 1,8 Mt d'éq. CO_2 pour 2014, se situe dans une plage d'incertitude de 1,2 Mt d'éq. CO_2 (-33 %) à 2,6 Mt d'éq. CO_2 (+41 %) (Tableau 5–7). Parmi les principales sources d'inquiétude 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'émission de N_2O, les taux d'excrétion d'azote des animaux et les corrections du coefficient d'émission tenant compte de la texture du sol ($CR_{TEXTURE}$) et du travail du sol ($CR_{TRAVAIL\ DU\ SOL}$).

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émission pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2014).

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 sur supports papier et électronique.

5.4.1.2.5. Recalculs

La quantité de N de fumier épandue comme engrais a été recalculée comme suite à l'ajout des ânes et des mules et à l'apport de modifications dans l'excrétion de N par les animaux à fourrure, comme discuté aux sections 5.3.1.5 et 5.3.2.5.

Ces nouveaux calculs ont conduit à une diminution de 35 kt d'éq. CO_2 en 1990, de 47 kt d'éq. CO_2 en 2005 et de 7 kt d'éq. CO_2 en 2013, avec un changement relatif de -2 %, -2,2 % et -0,4 % respectivement (Tableau 5–8). Ces recalculs ont fait augmenter la tendance des émissions à long terme, qui est passée de 3 % à 5 %, ainsi que la tendance des émissions à court terme (passée de -16 % à -14 %).

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'émission 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.

5.4.1.3. Décomposition des résidus de récolte (catégorie 3.D.3 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 N_2O.

5.4.1.3.2. Questions de méthodologie

Pour estimer les émissions de N_2O, on utilise la méthode de niveau 2 du GIEC; ainsi, on prend la quantité d'azote que contiennent les résidus de récolte et on la multiplie par le coefficient d'émission au niveau de l'écodistrict avant de la porter aux échelles provinciale et nationale. La quantité d'azote contenue dans les résidus de récolte 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'émission sont

déterminés selon la même démarche que pour l'application des engrais azotés synthétiques, 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 N_2O attribuables à la décomposition des résidus de récolte 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'émission de N_2O, comme il est indiqué à la section 5.4.1.1.3.

L'estimation des émissions de N_2O issues de la décomposition de résidus de récolte, qui est de 5,6 Mt d'éq. CO_2 pour 2014, se situe dans une plage d'incertitude de 3,7 Mt d'éq. CO_2 (-35 %) à 8,1 Mt d'éq. CO_2 (+45 %) (Tableau 5–7). Parmi les principales sources d'inquiétude relativement au calcul d'émissions issues de la décomposition des résidus de récolte, il y a la pente de l'équation de régression établissant le rapport P/PE pour l'estimation des coefficients d'émission de N_2O et les corrections du coefficient d'émission 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'émission pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2014).

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 sur supports papier et électronique.

5.4.1.3.5. Recalculs

Dans le rapport de cette année, les changements aux calculs des émissions de N_2O issues de la décomposition des résidus de récolte étaient principalement attribuables aux modifications apportées à la répartition spatiale des cultures à la suite de corrections dans l'application des données tirées du Recensement de l'agriculture (comme indiqué à la section 5.4.1.1.5) et, par conséquent, à la répartition des quantités de N dans les résidus de récolte parmi les écodistricts.

Les nouveaux calculs ont permis de constater une augmentation de 1 kt d'éq. CO_2 en 1990, de 1,6 kt d'éq. CO en 2005 et de 2 kt d'éq. CO_2 en 2013, pour un changement relatif de moins de 0,1 %. Ces légers recalculs n'ont modifié aucune tendance d'émissions à court ou à long terme.

5.4.1.3.6. Améliorations prévues

En regroupant les données d'études publiées sur les flux de N_2O des sols, le Canada entend différencier les coefficients d'émission de N_2O selon les sources de N organique et inorganique. D'autres analyses visant à établir l'incertitude de la tendance à moyen terme seront menées.

5.4.1.4. Fumier produit sur les pâturages, dans les grands parcours et dans les enclos (catégorie 3.D.4 du CUPR)

5.4.1.4.1. Description de la catégorie de sources

Lorsque les animaux au pacage laissent leurs déjections sur les pâturages et dans les enclos, l'azote du fumier subit des transformations comme l'ammonification, la nitrification et la dénitrification. Ces processus de transformation peuvent entraîner le rejet de N_2O.

5.4.1.4.2. Questions de méthodologie

Les émissions de N_2O issues de déjections laissées par les animaux au pacage 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'émission 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 pacage par le taux approprié d'excrétion d'azote et par la fraction d'azote du fumier disponible pour la conversion en N_2O.

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

L'incertitude des nouvelles estimations d'émissions de N_2O associées au fumier produit sur les pâturages, dans les grands parcours et dans les enclos 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'émission. 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 CH_4 de la fermentation entérique et de la gestion du fumier établies aux sections 5.2.3 et 5.3.1.3.

Conformément à ces suppositions, l'estimation des émissions de N_2O de 0,21 Mt d'éq. CO_2 attribuables au bétail canadien en pâturage pour 2014, se situe dans une plage d'incertitude de 0,1 Mt d'éq. CO_2 (-60 %) à 0,4 Mt d'éq. CO_2 (+75 %) (Tableau 5–1).

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émission pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2014).

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 sur supports 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

L'ajout des mules et des ânes a fait légèrement augmenter le volume de N de fumier déposé dans les pâturages, les grands parcours et les enclos. Les recalculs affichent donc une faible hausse des émissions de 0,1 kt d'éq. CO_2 en 1990, 2005 et 2013, avec une modification relative de moins de 0,1 %. Ces légers recalculs n'ont modifié aucune tendance d'émission à court ou à long terme.

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

5.4.1.5. Minéralisation du carbone organique dans le sol liée aux pratiques de gestion des terres cultivées (catégorie 3.D.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'émission 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 2014 est tirée du carbone déclaré pour la catégorie *Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé* du secteur de l'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'une base 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'émission 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 synthétiques, aux déjections animales utilisées comme engrais et à la décomposition des résidus de culture. Les coefficients d'émission 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'émission 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 sur supports papier et électronique.

5.4.1.5.5. Recalculs

Le rapport de cette année contient des changements importants dans les superficies de travail intensif du sol, de travail réduit

du sol et de culture sans labour. Un examen de l'application des superficies en culture basées sur des données d'observation de la Terre dans le RIN de 2015 a permis de détecter des erreurs dans la répartition des superficies labourées dans la base de données agricoles. La correction de cette erreur a fait : augmenter de 0,95 Mha en 1990 et diminuer de 2,1 Mha en 2013 la superficie de travail intensif du sol; diminuer de 0,81 Mha en 1990 et augmenter de 0,56 Mha en 2013 la superficie de travail réduit du sol; diminuer de 0,14 Mha en 1990 et augmenter de 1,5 Mha en 2013 la superfice de culture sans labour. Les changements aux superficies cultivées (voir la section 5.4.1.1.5) ont également eu de faibles répercussions sur les émissions de cette source.

Ces changements se sont soldés par des hausses d'émissions de 1,7 kt d'éq. CO_2 en 1990, de 1,3 kt d'éq. CO_2 en 2005 et de 1,5 kt d'éq. CO_2 en 2013, avec un changement relatif de moins de 0,3 %. Ces recalculs n'ont eu aucune incidence sur la tendance des émissions à long terme ou à court terme.

5.4.1.5.6. Améliorations prévues

En regroupant les données d'études publiées sur les flux de N_2O des sols, le Canada entend différencier les coefficients d'émission de N_2O selon les sources de N 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.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 N_2O (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 N_2O imputables aux sols organiques travaillés. Pour calculer les émissions de N_2O, on multiplie la superficie des histosols travaillés par le coefficient d'émission 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 1990-2014 (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 N_2O attribuables aux sols organiques a tenu compte du degré d'incertitude des superficies de sols organiques et de celui du coefficient d'émission par défaut.

L'estimation des émissions de N_2O issues des sols organiques, qui est de 0,06 Mt d'éq. CO_2 pour 2014, se situe dans une plage d'incertitude de 0,01 Mt d'éq. CO_2 (-79 %) à 0,12 Mt d'éq. CO_2 (+96 %) (Tableau 5–7). La principale source d'incertitude est le coefficient d'émission par défaut de niveau 1 du GIEC.

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émission pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2014).

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 sur supports papier et électronique.

5.4.1.6.5. Recalculs

Aucune valeur n'a été recalculée pour les estimations de cette source d'émissions.

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 N_2O 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 récolte). Cette catégorie porte plutôt sur un changement apporté aux coefficients d'émission de N_2O 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 N_2O, 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 N_2O dans les Prairies (Malhi et Lemke, 2007), mais ont fait augmenter les émissions de N_2O 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 N_2O dus à l'adoption du TRS et du CSL sont estimées grâce à des modifications des coefficients d'émission correspondant aux engrais synthétiques, à l'épandage de fumier sur les terres agricoles et à la décomposition des résidus de récolte. Cette sous-catégorie est maintenue à l'écart des catégories relatives aux engrais et à la décomposition des résidus de récolte 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 N_2O sont exprimés sous la forme d'un coefficient empirique de travail du sol ($C_{TRAVAILDUSOL}$), qui se définit comme le rapport entre les flux moyens de N_2O avec TRS ou CSL et les flux moyens de N_2O avec travail intensif du sol (N_2O_{TRS}/N_2O_{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 N_2O 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'émission de N_2O, comme il est indiqué à la section 5.4.1.1.3.

La réduction estimée des émissions de N_2O attribuables aux pratiques de conservation du sol, qui était de -1,4 Mt d'éq. CO_2 pour 2013, 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'émission pour le travail du sol ($CR_{TRAVAILDUSOL}$).

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émission pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2014).

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 sur supports papier et électronique.

5.4.1.7.5. Recalculs

Les calculs relatifs aux pratiques de travail du sol dépendent aussi des calculs de toutes les émissions des sols, et les nouveaux calculs sont fonction de tous les facteurs décrits dans les sections précédentes, y compris les modifications à l'excrétion de N par le bétail indiquées à la section 5.3.3.5.

Soulignons que dans le rapport de cette année, les superficies de travail intensif du sol, de travail réduit du sol et de culture sans labour ont fait l'objet de modifications imputables à la correction d'une erreur dans l'application des superficies cultivées basées sur des données d'observation de la Terre qui figuraient dans le RIN 2015 (voir à ce sujet la section 5.4.1.5.5).

Ces changements ont engendré une hausse des émissions de 51 kt d'éq. CO_2 en 1990 et de 39 kt d'éq. CO_2 en 2005, et une diminution des émissions de 94 kt d'éq. CO_2 en 2013, avec un changement relatif de -14 %, -4 % et +7 % respectivement. Ces recalculs ont fait passer de 305 % à 404 % la réduction d'émissions à long terme attribuable à l'application de ces pratiques de travail du sol, et de 56 % à 74 % la tendance de réduction à court terme des émissions (Tableau 5–9).

5.4.1.7.6. Améliorations prévues

En regroupant les données d'études publiées sur les flux de N_2O du sol, le Canada entend actualiser la méthode servant à estimer l'incidence des pratiques de travail du sol sur les émissions de N_2O 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.

Tableau 5–9 Recalculs des estimations des émissions de N_2O et leur incidence sur la tendance 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	2015	-356	51,3	-14,4	Long terme (1990 - 2013)	
		2016	-305			305	404
	2005	2015	-924	39,0	-4,2		
		2016	-885			Court terme (2005 - 2013)	
	2013	2015	-1 442	-93,5	6,5	56	74
		2016	-1 536				
Jachère d'été	1990	2015	1 362	0,1	0,0	Long terme (1990 - 2013)	
		2016	1 362			-66	-66
	2005	2015	793	0,1	0,0		
		2016	793			Court terme (2005 - 2013)	
	2013	2015	462	0,3	0,1	-42	-42
		2016	462				
Irrigation	1990	2015	340	-1,3	-0,4	Long terme (1990 - 2013)	
		2016	338			31	29
	2005	2015	406	-7,6	-1,9		
		2016	398			Court terme (2005 - 2013)	
	2013	2015	446	-9,8	-2,2	10	9
		2016	436				

5.4.1.8. Émissions de N_2O 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 N_2O. 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 N_2O 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 N_2O 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 N_2O, parce qu'il n'y a ni culture ni application d'engrais, pourrait mener à une sous-estimation du total des émissions de N_2O. 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 et des résidus végétaux 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 N_2O 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 récolte, 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'émission de N_2O, tel qu'il est mentionné à la section 5.4.1.1.3.

L'estimation des émissions de N_2O attribuables aux terres en jachère, qui est de 0,37 Mt d'éq. CO_2 pour 2014, 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'émission pour le travail du sol ($C_{RTRAVAIL\ DU\ SOL}$), influe donc sur l'incertitude.

On a utilisé la même méthodologie et les mêmes coefficients d'émission pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2014).

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 sur supports papier et électronique.

5.4.1.8.5. Recalculs

Les émissions attribuables aux jachères dépendent des calculs de toutes les émissions des sols, et les nouveaux calculs sont fonction de tous les facteurs décrits dans les sections précédentes, y compris les modifications à l'excrétion de N par le bétail indiquées à la section 5.3.3.5. Il y a également des modifications très mineurs de la superficie en jachère en raison de l'application des données du Recensement de l'agriculture (voir à ce sujet la section 5.4.1.1.5), s'échelonnant entre -7 ha et +489 ha par année à l'échelle nationale.

Ces changements ont entraîné une très légère hausse des émissions de moins de 1 kt tout au long de la série chronologique, et n'ont pas modifié la tendance à court ou à long terme pour cette catégorie de sources d'émissions (Tableau 5–9).

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

5.4.1.9. Émissions de N_2O 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 N_2O 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 N_2O. La plus forte teneur en eau des sols irrigués fait augmenter le potentiel d'émissions de N_2O en accroissant l'activité biologique et en réduisant l'aération des sols (Jambert *et al*., 1997), ce qui augmente la dénitrification.

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 N_2O-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 des 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'émission 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 2014, 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'émission des terres irriguées pour un écodistrict donné est fonction de tous les calculs de coefficients d'émission 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'émission pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2014).

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 sur supports papier et électronique.

5.4.1.9.5. Recalculs

Les émissions attribuables à l'irrigation sont estimées au moyen des calculs de toutes les émissions de sol, et les nouveaux calculs sont fonction de tous les facteurs décrits dans les sections précédentes, y compris les modifications à l'excrétion de N par le bétail indiquée à la section 5.3.3.5. Les corrections apportées à l'application des données du *Recensement de l'agriculture* (voir la

section 5.4.1.1.5) ont également entraîné des modifications très mineures aux superficies irriguées, variant de -10 ha à +246 ha par année à l'échelle nationale.

Ces changements ont amené des diminutions d'émissions de 1,3 kt d'éq. CO_2 en 1990, 7,6 kt d'éq. CO_2 en 2005 et 9,8 kt d'éq. CO_2 en 2013, avec un changement relatif de -0,4 %, -1,9 % et -2,2 % respectivement. Ces recalculs ont freiné la tendance à la hausse des émissions à long terme (de 31 % à 29 %) et à court terme (de 10 % à 9 %) (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 sols (catégorie 4.D.3 du CUPR)

Une fraction de l'azote que l'on trouve à la fois dans les engrais synthétiques et le fumier épandus sur les sols agricoles est transportée hors site par volatilisation sous forme de NH_3 et de NO_x et par dépôt ultérieur ou lessivage, érosion 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. Volatilisation et dépôt d'azote

5.4.2.1.1. Description de la catégorie de sources

Lorsqu'on applique des engrais synthétiques 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 à la volatilisation et au dépôt 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 du GIEC ne fournissent aucune méthode normalisée pour calculer les coefficients d'émission de niveau 2 du GIEC.

On a utilisé la méthode de niveau 1 du GIEC pour estimer les émissions indirectes de N_2O attribuables à la volatilisation et au dépôt d'azote provenant d'engrais azotés synthétiques et de fumiers. On multiplie la quantité d'azote des engrais synthétiques et du fumier par la fraction d'azote volatilisée sous forme de NH_3-N et de NO_x-N, puis par un coefficient d'émission. La quantité d'azote épandue est calculée à partir des données sur les ventes annuelles d'engrais, fournies par Statistique Canada, et des données sur les quantités d'azote dans le fumier des animaux (voir l'annexe 3.4). On pose l'hypothèse que la quantité d'azote volatilisé est égale à 10 % de la quantité totale d'engrais synthétique appliquée et à 20 % de l'azote du fumier épandu sur les terres cultivées (GIEC, 2006). Pour estimer les émissions de N_2O, on applique le coefficient d'émission par défaut du GIEC, qui est de 0,01 kg N_2O-N/kg N (GIEC, 2006).

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 à la volatilisation et au dépôt 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 et de N total.

L'estimation des émissions de N_2O issues de la volatilisation et du dépôt, qui est de 1,7 Mt d'éq. CO_2 pour 2014, se situe dans une plage d'incertitude de 0,4 Mt d'éq. CO_2 (-75 %) à 3,6 Mt d'éq. CO_2 (+110 %) (Tableau 5–7). La plus grande part d'incertitude est associée au coefficient d'émission 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'émission pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2013).

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 sur supports papier et électronique.

Tableau 5–10 Recalculs des estimations des émissions de N_2O et leur incidence sur la tendance des émissions indirectes produites par les sols agricoles, la volatilisation, le redépôt, le lessivage, l'érosion 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 (%)
Émissions indirectes, volatilisation et redépôt	1990	2015	1 068	-4,7	-0,44	Long term (1990 - 2013)	
		2016	1 064			65	66
	2005	2015	1 442	-6,2	-0,43		
		2016	1 436			Short term (2005 - 2013)	
	2013	2015	1 765	-0,8	-0,04	22	23
		2016	1 765				
Émissions indirectes, lessivage, érosion et ruissellement	1990	2015	1 924	-4,8	-0,25	Long term (1990 - 2013)	
		2016	1 919			48	49
	2005	2015	2 234	-6,6	-0,29		
		2016	2 228			Short term (2005 - 2013)	
	2013	2015	2 855	-0,3	-0,01	28	28
		2016	2 855				

5.4.2.1.5. Recalculs

Les changements à l'excrétion de N du bétail évoqués à la section 5.3.2.5 ont donné lieu à une légère baisse de moins de 0,5 % des émissions globales de N total volatilisé des sols agricoles (tableau 5-10). Ces recalculs ont donné lieu à une faible augmentation de 1 % de la tendance à long terme ou à court terme, basée sur la volatilisation totale du NH_3 (Tableau 5–10).

5.4.2.1.6. Améliorations prévues

La quantité d'émissions d'ammoniac résultant de l'épandage d'engrais azotés synthétiques dépend de plusieurs facteurs, dont les types de culture (culture annuelle ou vivace), les propriétés chimiques du sol, la température du sol ainsi que la forme et la méthode d'épandage de l'azote. On élabore un modèle empirique (que l'on prévoit appliquer à court ou à moyen terme) pour dériver des coefficients d'émission d'ammoniac selon le type d'engrais azoté, le degré d'incorporation dans le sol, le type de culture, la capacité d'échange cationique du sol et le pH.

5.4.2.2. Lessivage, érosion et ruissellement

5.4.2.2.1. Description de la catégorie de sources

Lorsque des engrais azotés synthétiques, du fumier ou des résidus de récolte sont épandus sur des terres cultivées, une partie de l'azote de ces sources est perdue par lessivage, érosion 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 N_2O hors des sites.

5.4.2.2.2. Questions de méthodologie

Il existe peu de données scientifiques publiées déterminant les émissions de N_2O attribuables au lessivage, à l'érosion et au ruissellement au Canada. Comme dans le cas des émissions de N_2O attribuables à la volatilisation et la redéposition de NH_3 et de NO_x cette source est peu définie puisque les Lignes directrices du GIEC ne fournissent aucune méthode normalisée pour calculer les coefficients d'émission de niveau 2 du GIEC.

Une méthode de niveau 1 modifiée du GIEC est utilisée pour estimer les émissions indirectes de N_2O qui résultent du lessivage, du ruissellement et de l'érosion de l'azote provenant des engrais, des fumiers et des résidus de récolte à partir des sols agricoles. Pour estimer les émissions indirectes de N_2O 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 synthétiques, d'azote du fumier qui ne s'est pas volatilisé et d'azote des résidus de récolte ainsi que par un coefficient d'émission de 0,0075 kg N_2O-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. 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, à l'érosion et au ruissellement 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 totales d'azote.

L'estimation d'émissions de N_2O de 2,7 Mt d'éq. CO_2 attribuables au lessivage, à l'érosion et au ruissellement d'azote en 2014 se situe dans une plage d'incertitude d'éq. CO_2 de 0,5 Mt (-80 %) à 5,6 Mt d'éq. CO_2 (+102 %) (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'émission pour l'ensemble de la série chronologique (1990-2014).

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 sur supports papier et électronique.

5.4.2.2.5. Recalculs

Les estimations d'émissions indirectes attribuables au lessivage, à l'érosion et au ruissellement d'azote ont été principalement influencées par les changements apportés à l'excrétion de N par le bétail (voir la section 5.3.2.5). Les nouveaux calculs ont permis de constater une diminution de 4,8 kt d'éq. CO_2 en 1990, 6,6 kt d'éq. CO_2 en 2005 et 0,3 kt d'éq. CO_2 en 2013 (Tableau 5–10). Ces nouveaux calculs ont eu très peu d'incidence sur les tendances des émissions à court ou à long terme.

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 de récolte (catégorie 4.F du CUPR)

5.5.1. Description de la catégorie de sources

Au Canada, les résidus de récolte 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 récolte sont 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 d'activités sur le type et le pourcentage des résidus de récolte brûlés dans les champs.

Les paramètres propres aux cultures nécessaires à l'estimation de la quantité de résidus de récolte brûlés, comme la teneur en humidité du produit cultivé et le rapport entre les résidus de récolte 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 récolte.

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

Le degré d'incertitude des émissions de CH_4 et de N_2O 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 CH_4 et de N_2O causées par le brûlage des résidus de récolte dans les champs

2 http://www.statcan.gc.ca/cgi-bin/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurvey&SDDS=5049&lang=en&db=imdb&adm=8&dis=2

sont le volume des résidus brûlés et les coefficients d'émission. On a estimé à ±50 % (Coote et al., 2008) le degré d'incertitude de la quantité de résidus de récolte brûlés, en se basant sur la superficie d'une culture semée particulière. Les Lignes directrices 2006 du GIEC ne précisent aucun coefficient d'émission, mais on présume qu'ils sont semblables aux coefficients d'émissions du brûlage de la savane et des prairies; soit ±40 % pour le CH_4 et ±48 % pour le N_2O (GIEC, 2006). Les incertitudes concernant lesestimations des émissions de CH_4 et de N_2O ont été estimées à ±64 % et ±69 % respectivement.

5.5.4. AQ/CQ et vérification

Les émissions de CH_4 et de N_2O 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 d'activités et les méthodes sont documentées et archivées sous format papier et électronique.

5.5.5. Recalculs

Ce rapport ne contient aucun nouveau calcul pour cette source d'émissions.

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 CO_2 attribuables à l'épandage de chaux (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 CO_2 est rejeté 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 canadiens, qui se décompose et est libérée sous forme de CO_2. 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 ±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'émission a été jugée d'être -50 %, en se fondant sur les Lignes directrices du GIEC (2006). La moyenne et les incertitudes globales ont été estimées à 0,34 ± 0,22 Mt d'éq. CO_2 pour le niveau d'incertitude.

On a utilisé la même méthodologie pour l'ensemble de la série chronologique des estimations des émissions (1990-2014).

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 sur supports papier et électronique.

5.6.5. Recalculs

Ressources naturelles Canada a recueilli et publié les données sur l'utilisation de chaux à des fins agricoles dans son *Annuaire des minéraux du Canada* de 1990 à 2006. En ce qui concerne les années plus récentes, ces données ne sont accessibles qu'en en faisant la demande (D. Panagapko, Ressources naturelles Canada, communication personnelle). Les données sur le chaulage recueillies par Ressources naturelles Canada comprennent des estimations des quantités de dolomite minérale en plus des quantités de chaux, même si une seule valeur est déclarée. La proportion de dolomite est estimée à 24 %, selon les données recueillies de 1998 à 2002 par l'Institut canadien des engrais. La fraction moyenne de dolomite résultant de ces données a ensuite servi à pondérer le coefficient d'émission des matières de chaulage. Par conséquent, pour estimer les émissions, les données sur les matières de chaulage sont multipliées par un coefficient d'émission de 12,24 % plutôt que 12 %.

Ces recalculs se soldent par une hausse des émissions de 7,6 kt d'éq. CO_2 en 1990, 3,6 kt d'éq. CO_2 en 2005 et 6,6 kt d'éq. CO_2 en 2013.

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 CO_2 attribuables à la fertilisation au moyen d'urée (catégorie 3.H du CUPR)

5.7.1. Description de la catégorie de sources

Lorsque de l'urée ($CO(NH_2)_2$) ou des engrais azotés à base d'urée sont épandus sur le sol pour accroître la production de récoltes, du CO_2 est rejeté lorsque l'urée s'hydrolyse. Selon les Lignes directrices 2006 du GIEC, on doit comptabiliser comme une émission la quantité de CO_2 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 $CO(NH_2)_2$.

5.7.2. Questions de méthodologie

Les émissions d'urée associées à l'épandage d'urée ont été calculées à partir de la quantité et de la composition de l'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 CO_2 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'émission précisé dans les Lignes directrices 2006 du GIEC. La moyenne et les incertitudes globales ont été estimées à 2,2 ± 1,1 Mt d'éq. CO_2 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 (1990-2014).

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 sur supports papier et électronique.

5.7.5. Recalculs

Aucun nouveau calcul n'a été effectué pour les estimations des émissions de cette catégorie de sources.

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, les terres aménagées du Canada et les produits ligneux récoltés (PLR) dérivés de ces terres, de même que les flux associés aux changements d'affectation des terres. L'évaluation englobe les émissions et les absorptions de CO_2, les émissions supplémentaires de CH_4, de N_2O, et de CO imputables aux feux de friches et au brûlage dirigé, de même que le N_2O rejeté par suite de la conversion de terres en terres cultivées. Toutes les émissions et les absorptions par le secteur ATCATF sont exclues des totaux nationaux.

En 2014, les flux nets estimatifs de GES dans le secteur ATCATF, qui représentent la somme des émissions et des absorptions de CO_2[1] et des émissions de gaz autres que le CO_2, correspondaient à des émissions de 72 Mt. Si l'on inclut ces chiffres dans les totaux nationaux, cela aurait pour effet d'accroître de 9,8 % les émissions totales de GES du Canada. Le Tableau 6–1 donne les estimations des flux nets pour 1990, 2000, 2005 et les années récentes dans les principales catégories et sous-catégories du secteur ATCATF.

Compte tenu de la forte variabilité interannuelle affichée par certaines catégories et de l'effet sur les tendances sectorielles, il est déconseillé au lecteur d'interpréter les chiffres du Tableau 6–1 comme des tendances. La série chronologique complète des estimations du secteur ATCATF est donnée au tableau 10 de la série de tableaux du CUPR.

La catégorie des terres forestières a la plus grande influence sur les totaux sectoriels. Les flux nets sont négatifs (absorptions) pour

1 À moins d'indication contraire, toutes les émissions et absorptions sont en équivalents CO_2.

Tableau 6–1 Estimations des flux nets de GES du secteur ATCATF, certaines années

Catégories sectorielles	Flux net de GES (kt d'éq. CO_2)[2]							
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie – TOTAL[1]	**-87 000**	**-82 000**	**510**	**55 000**	**69 000**	**41 000**	**-30 000**	**72 000**
a. Terres forestières	-250 000	-250 000	-150 000	-83 000	-71 000	-100 000	-170 000	-64 000
Terres forestières dont la vocation n'a pas changé	-250 000	-250 000	-150 000	-82 000	-70 000	-99 000	-170 000	-63 000
Terres converties en terres forestières	-1 000	- 980	- 920	- 740	- 700	- 650	- 590	- 550
b. Terres cultivées	10 000	-2 000	-8 600	-9 400	-9 400	-9 200	-8 900	-8 400
Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé	630	-7 300	-13 000	-13 000	-12 000	-12 000	-12 000	-11 000
Terres converties en terres cultivées	9 800	5 300	4 300	3 300	3 000	3 000	2 900	3 000
c. Prairies	640	1 000	850	320	630	1 600	680	680
Prairies dont la vocation n'a pas changé	640	1 000	850	320	630	1 600	680	680
Terres converties en prairies	I	I	I	I	I	I	I	I
d. Terres humides	5 900	4 300	4 300	3 900	3 700	3 700	3 600	3 400
Terres humides dont la vocation n'a pas changé	1 200	2 400	2 200	2 300	2 200	2 300	2 300	2 300
Terres converties en terres humides	4 700	1 900	2 100	1 600	1 500	1 400	1 300	1 100
e. Établissements	4 300	3 500	4 000	3 800	3 900	3 900	3 900	3 700
Établissements dont la vocation n'a pas changé	-2 500	-2 500	-2 500	-2 500	-2 500	-2 500	-2 500	-2 500
Terres converties en établissements	6 800	6 100	6 500	6 400	6 500	6 500	6 500	6 300
f. Autres terres	NE,I	NE,I	NE,I	NE,I	NE,I	NE,I	NE,I	NE,I
g. Produits ligneux récoltés	140 000	160 000	150 000	140 000	140 000	140 000	140 000	140 000
Conversion des forêts[3]	19 000	14 000	14 000	13 000	13 000	12 000	12 000	12 000

Notes :
1. Les chiffres ayant 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 CO_2 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 et Terres converties en établissements.

NE = Non estimé, I = Inexistant

toutes les années de la série chronologique sauf 1995, année où le flux net a été positif (émissions) en raison des émissions exceptionnellement fortes des feux de friches. Les années avec de plus faibles absorptions nettes sont plus fréquentes dans la dernière partie de la série chronologique, ce qui témoigne des répercussions des perturbations actuelles causées par les insectes dans l'ouest du Canada. Les émissions nettes sont particulièrement élevées dans les années marquées par des feux de friches ayant brûlé de grandes superficies de forêts aménagées. La variabilité interannuelle des estimations d'émissions et d'absorptions est élevée, fluctuant entre -272 Mt (1992) et 9 Mt (1995) (voir la figure 6-2). Ces fluctuations sont principalement imputables à une variabilité interannuelle dans les étendues de forêts aménagées incendiées. Ces fluctuations sont reportées sur les totaux du secteur ATCATF, qui varient entre des émissions nettes et des absorptions nettes, selon le flux net des forêts aménagées.

Les émissions de la catégorie Produits ligneux récoltés, qui est étroitement apparentée aux Terres forestières, varient au cours de la période 1990-2014. Elles sont principalement influencées par la tendance des taux d'exploitation forestière durant la période de déclaration et par l'effet à long terme des niveaux d'exploitation avant 1990, puisqu'une partie des produits ligneux récoltés avant 1990 sont éliminés durant la période de déclaration. Pour cette raison, les émissions annuelles fluctuent entre 128 Mt en 2009 (plus faible année d'exploitation) et 160 Mt en 1995 et 2000.

Le flux net combiné des terres forestières et des produits ligneux récoltés se chiffrait à 72 Mt en 2014, ce qui inclut des absorptions nettes de 64 Mt pour les terres forestières et des émissions nettes de 136 Mt pour les produits ligneux récoltés.

La catégorie des terres cultivées montre une tendance soutenue à la décroissance des émissions pour la période de 1990 à 2006, avec des émissions de 10,5 Mt en 1990 et des absorptions nettes de 9,9 Mt en 2006. Cette tendance découle des changements apportés aux pratiques de gestion agricole dans l'Ouest canadien, tels que l'adoption généralisée de pratiques culturales de conservation du sol et de la réduction des jachères d'été. Depuis 2006, les absorptions nettes ont diminué à 8,4 Mt en 2014, puisque l'adoption des pratiques culturales de conservation du sol et de réduction des jachères d'été a diminué et que l'activité du sol comme puits s'approche de l'équilibre. En outre, les émissions élevées découlant d'une augmentation de la proportion de cultures annuelles dans les systèmes de production végétale au cours des dernières années annulent partiellement les absorptions. La baisse des émissions issues de la conversion de terres forestières en terres cultivées contribue aussi à cette tendance.

Au cours de la période 1990-2014, les flux nets pour la catégorie des terres humides (extraction de tourbe et terres submergées) varient entre 3,4 Mt (2014) et 6,2 Mt (1993). Les émissions provenant des terres submergées en 2014 représentent 35 % de toutes les émissions de la catégorie des terres humides, comparativement à 74 % en 1990. Les émissions provenant des terres converties en terres humides ont diminué durant la période de déclaration, passant de 4,7 Mt à 1,1 Mt.

Les émissions nettes déclarées dans la catégorie des établissements varient entre 3,5 Mt (1998 et 2000) et 4,4 Mt (2007), principalement sous l'impulsion des tendances observées dans les émissions des terres forestières converties, estimées à 6,1 Mt en 2014. 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 avoisinant 2,5 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 et Terres converties en établissements. Les émissions de gaz à effet de serre attribuables à la conversion de forêts a diminué, passant de 19,2 Mt en 1990 à 12 Mt en 2014. Ce déclin comprend une baisse de 5,0 Mt des émissions imputables à la conversion en terres cultivées, une baisse de 1,7 Mt dans les émissions dues à la conversion en terres humides et une faible baisse de 0,6 Mt dans les émissions dues à la conversion en établissements.

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 CO_2, de CH_4 e et de CO par la combustion de biomasse, qui sont déclarées au tableau 4(V). Les émissions de CO sont déclarées comme du CO_2 au tableau 4(V) et comme des émissions indirectes de CO_2 dans le tableau transversal 6. Les émissions et les absorptions sont automatiquement calculées dans le tableau 4 du CUPR.

La déclaration de cette année comprend un certain nombre de recalculs (Tableau 6–2), principalement imputables à la mise en application d'une représentation améliorée de la récolte de bois de chauffage résidentiel dans l'écosystème forestier, à l'apport de corrections aux critères de sélection et de tri des peuplements forestiers à des fins d'exploitation, et à une révision à la baisse des superficies déboisées annuellement depuis 2005, basée sur une nouvelle analyse géospatiale (Tableau 6–3). Ensemble, ces nouveaux calculs ont légèrement réduit de 0,3 Mt le puits calculé pour 1990, réduit de 16 Mt la source calculée pour 2005 et relevé de 15 Mt le puits calculé pour 2013.

Les estimations concernant toutes les catégories se rapportant à la forêt sont établies à l'aide du même cadre de modélisation. Par conséquent, l'apport de changements 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 donnant lieu à des recalculs indirects, et se répercuter sur les transferts de carbone vers les produits ligneux récoltés.

Tableau 6–2 Sommaire des recalculs dans le secteur ATCATF

Catégories sectorielles			1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie, TOTAL[1]		**kt**	**310**	**-5 000**	**-16 000**	**-27 000**	**-13 000**	**-19 000**	**-15 000**
		%	-0,4%	6,5%	-97%	-33%	-16%	-32%	97%
a.	**Terres forestières**	kt	2 200	3 400	-9 300	-18 000	-2 000	-5 700	-8 600
		%	-0,9%	-1,4%	6,5%	28%	2,9%	6,0%	5,3%
	Terres forestières dont la vocation n'a pas changé	kt	2 200	3 400	-9 300	-18 000	-2 000	-5 700	-8 600
		%	-0,9%	-1,4%	6,5%	28%	2,9%	6,1%	5,4%
	Terres converties en terres forestières	kt	,0 0	,0 0	,0 0	,0 0	-	,0 0	,0 0
		%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	0,0%	0,0%
b.	**Terres cultivées**	kt	140	80	- 140	-1 000	-1 400	-1 400	-1 500
		%	1,3%	-3,8%	1,6%	12%	17%	18%	21%
	Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé	kt	150	- 1,0	- 120	- 550	- 680	- 770	- 720
		%	32%	0,0%	1,0%	4,5%	5,8%	6,7%	6,5%
	Terres converties en terres cultivées	kt	- 16	81	- 16	- 480	- 670	- 660	- 820
		%	-0,2%	1,5%	-0,4%	-13%	-18%	-18%	-22%
c.	**Prairies**	kt	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	-
		%	0,0%	0,0%	0,0%	-	0,0%	-	-
	Prairies dont la vocation n'a pas changé	kt	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	-
		%	0,0%	0,0%	0,0%	-	0,0%	-	-
d.	**Terres humides**	kt	- 38	- 34	24	- 40	- 27	- 27	- 26
		%	-0,6%	-0,8%	0,6%	-1,0%	-0,7%	-0,7%	-0,7%
	Terres humides dont la vocation n'a pas changé	kt	- 61	- 34,0	- 31	- 28	- 28	- 27	- 27
		%	-4,8%	-1,4%	-1,4%	-1,2%	-1,2%	-1,2%	-1,1%
	Terres converties en terres humides	kt	23	0,9	55	- 12	0,4	0,3	0,3
		%	0,5%	0,0%	2,7%	-0,8%	0,0%	0,0%	0,0%
e.	**Établissements**	kt	87	- 48	- 190	- 530	- 530	- 520	- 470
		%	2,1%	-1,3%	-4,6%	-12%	-12%	-12%	-11%
	Établissements dont la vocation n'a pas changé	kt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Terres converties en établissements	kt	87	- 48	- 190	- 530	- 530	- 520	- 470
		%	1,3%	-0,8%	-2,9%	-7,7%	-7,6%	-7,4%	-6,8%
g.	**Produits ligneux récoltés**	kt	-2 000	-8 400	-6 300	-7 000	-8 900	-12 000	-3 900
		%	-1,5%	-5,0%	-4,0%	-4,8%	-5,9%	-7,7%	-2,7%
	Conversion de forêts[2]	%	35	- 65	- 230	-1 100	-1 300	-1 200	-1 300
		kt	0,2%	-0,5%	-1,6%	-7,8%	-9,1%	-9,0%	-9,8%

Notes :
1. Les chiffres ayant 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.

6

Tableau 6–3 Résumé des changements dans le secteur ATCATF

Liste des changements	Catégorie de changement	Années concernées
Terres forestières		
Meilleure représentation de la récolte de bois de chauffage résidentiel	Amélioration continue	Toute la série chronologiue
Corrections techniques à la modélisation des perturbations (feux de friches, brûlage de rémanents et récolte)	Changements aux paramètres et algorithmes du modèle	Toute la série chronologiue
Révisions aux données officielles sur la récolte, le brûlage de rémanents et les feux de friches	Mise à jour des données sur les activités	1990–2013
Mises à jour des données sur les activités pour la conversion de forêts, 2005–2013	Mise à jour des données sur les activités	2005–2013
Terres cultivées		
Corrections au codage du modèle pour les superficies labourées, les étendues en culture et la biomasse ligneuse	Changements aux paramètres et algorithmes du modèle	Toute la série chronologiue
Mises à jour des données sur les activités pour la conversion de forêts, 2005–2013	Mise à jour des données sur les activités	2005–2013
Établissements		
Mises à jour des données sur les activités pour la conversion de forêts, 2005–2013	Mise à jour des données sur les activités	2005–2013
Produits ligneux récoltés		
Correction de l'hypothèse de teneur en humidité du bois de chauffage industriel	Changements aux paramètres et algorithmes du modèle	Toute la série chronologiue
Correction des paramètres d'efficacité du secteur manufacturier	Changements aux paramètres et algorithmes du modèle	Toute la série chronologiue

Environnement et Changement climatique Canada a établi des mécanismes officiels et explicites 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 coordination, la planification et l'élaboration des estimations relatives aux terres forestières et aux terres cultivées, et 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 de travailler à la structure du modèle des PLR, en particulier le sort des PLR dans les lieux d'élimination des déchets solides et une meilleure intégration des de la récolte du bois de chauffage résidentiel des terres forestières et des autres catégories d'affectation des terres, 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 prairies, des terres humides et des établissements; quant à la section 6.9, elle est consacrée aux estimations intercatégories de la conversion des terres forestières à d'autres affectations.

6.2. Définition des catégories de terres et représentation des terres aménagées

Pour harmoniser toutes les estimations basées sur les terres, on a élaboré un cadre définitionnel commun qui a été adopté 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 d'au moins un hectare où les formations arboricoles peuvent atteindre 25 % du couvert vertical au sol et cinq mètres de hauteur *in situ*. 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 du Canada 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 humides 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 et des prairies non aménagées (toundra) en établissements, de même que la superficie occupée par les arbres des zones urbaines.

D'autres terres comprennent des secteurs 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 de 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. À noter qu'en théorie, le contraire peut se produire (conversion de prairies en forêt), bien qu'on n'ait pas observé de conversion directe, due à l'action humaine, de prairies agricoles en forêts. 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). Cela dit, 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.

Le Tableau 6–4 illustre les superficies d'affectation des terres (cellules diagonales) et les superficies cumulatives de changement d'affectation des terres (cellules non diagonales) en 2014. Les superficies cumulatives de changement d'affectation des terres désignent les superficies totales converties depuis 20 ans (10 ans pour les réservoirs). Les cellules diagonales des terres forestières et des terres cultivées indiquent les superficies totales d'utilisation du territoire, celle concernant les prairies se rapporte aux prairies agricoles, et celles des terres humides et des établissements ne visent que les zones ayant été le théâtre d'activités causant des émissions. La cellule des prairies converties en établissements indique la conversion de terres de toundra non aménagées en établissements dans le nord du Canada. 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 changements d'affectation des terres.

Le système de surveillance des terres du secteur ATCATF comprend la conversion des forêts non aménagées et des prairies 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; 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); 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) en catégories de « terres dont la vocation n'a pas changé ».

6.3. Terres forestières (catégorie 4.A du CUPR)

Les forêts et autres terres boisées couvrent 388 Mha du territoire canadien; à elles seules, les terres forestières occupent 348 Mha (RNCan, 2015). Les forêts aménagées, c'est-à-dire celles qui subissent l'influence directe de l'homme, couvrent 232 Mha, soit 67 % de l'ensemble des forêts. Quatre zones de déclaration (Bouclier boréal est, Cordillère montagnarde, Plaines boréales et Bouclier boréal ouest) concentrent 68 % des forêts aménagées.

En 2014, le bilan net des GES des Terres forestières aménagées correspondait à des absorptions de 64 Mt (Tableau 6–1 et Tableau 4 du CUPR). Cette estimation comprend les émissions et absorptions nettes de CO_2, de même que les émissions de N_2O, de CO et de CH_4 résultant du brûlage des rémanents et des feux de friches. Pour les besoins des rapports de la CCNUCC, les

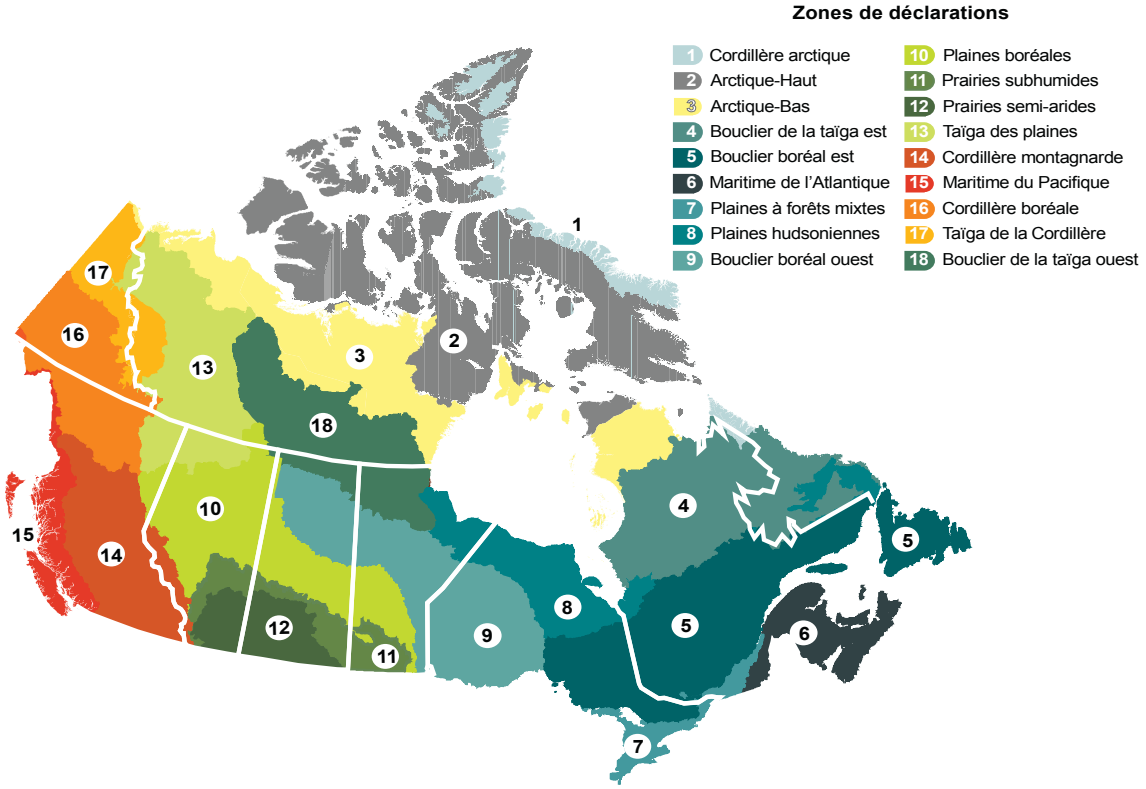
Tableau 6–4 Matrice sur l'affectation des terres et les changements d'affectation des terres pour l'année d'inventaire 2014 (superficie en kha)[1]

		Affectation finale des terres					
		Terres forestières	Terres cultivées	Prairies	Terres humides	Établissements	Autres
Affectation initiale des terres	Terres forestières	231 686	345	I	49	493	I
	Terres cultivées	56	49 891	I	NE	NE	I
	Prairies	I	27	7 138[2]	NE	1	I
	Terres humides	I	NE	I	420[3]	NE	I
	Établissements	I	NE	I	I	442[3]	I
	Autres	I	I	I	53	I	NE

Notes :
1. Les cellules non diagonales indiquent les superficies cumulatives, c'est-à-dire la superficie totale convertie depuis 20 ans (10 ans pour les réservoirs).
2. Inclut seulement les superficies de prairies agricoles.
3. Inclut seulement les superficies pour lesquelles les émissions sont déclarées dans le CUPR.

NE = Non estimé.
I = Inexistant.

Figure 6–1 Zones de déclarations aux fins des estimations du secteur ATCATF



Terres forestières aménagées sont subdivisées dans les catégories « Terres forestières dont la vocation n'a pas changé » (232 Mha, absorptions nettes de 63 Mt) et « Terres converties en forêts » (0,06 Mha, absorptions nettes de 0,55 Mt) en 2014.

6.3.1. Terres forestières dont la vocation n'a pas changé (catégorie 4.A.1 du CUPR)

6.3.1.1. Questions de méthodologie

La végétation absorbe le CO_2 de l'atmosphère par photosynthèse, et une partie de ce carbone est piégé dans la végétation sur pied, dans la matière organique morte (MOM) et dans les sols. Le dioxyde de carbone est restitué à l'atmosphère par la respiration des végétaux et par la décomposition, via respiration

hétérotrophe, de la matière organique. Les échanges naturels de CO_2 entre l'atmosphère et le biote sont des flux importants qui recyclent environ le septième de la teneur totale de l'atmosphère en CO_2 chaque année. Dans la réalité, ces flux importants résultent de l'accumulation de processus minuscules dispersés sur de vastes superficies. Seule une infime fraction du carbone (C) absorbé par photosynthèse s'accumule dans les réservoirs de carbone de l'écosystème après les pertes de carbone dues à la respiration et aux perturbations.

L'interaction de l'homme avec la terre peut modifier directement l'ampleur et la vitesse de ces échanges naturels de GES, dans l'immédiat et à long terme. Les changements et les méthodes d'affectation des terres dans le passé continuent d'influer sur les flux actuels de GES émis et absorbés par la biosphère terrestre. Cet effet à long terme est une caractéristique propre au secteur ATCATF, qui le rend très distinct des autres secteurs, comme celui de l'Énergie.

Tout en s'intéressant aux incidences de l'activité humaine sur le bilan des GES, on admet que le fait de séparer les effets anthropiques des effets naturels dans le secteur ATCATF présente des difficultés exceptionnelles. L'homme manipule les processus biologiques de mille façons et avec des intensités variables. Ce que nous observons est en général le résultat de ces diverses manipulations et de leurs interactions combinées avec un milieu biophysique tout aussi varié. L'éclaircissement des divers rapports de cause à effet à court et à long terme fait toujours l'objet d'études scientifiques.

Le Canada souligne que bien que des efforts importants soient déployés pour fournir des estimations des GES conformes aux directives du GIEC, il est possible que de telles estimations ne tiennent pas réellement compte des effets humains directs et qu'elles ne reflètent pas précisément l'endroit et le moment où les émissions surviennent (Stinson *et al*., 2011).

Le Canada estime les émissions et les absorptions dans les 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 (SNSCPR CF, Kurz et Apps, 2006) s'articule autour d'une approche fondée sur un modèle (le modèle de bilan carbonique du Service canadien des forêts, aussi appelé MBC-SFC3, Kull *et al*., 2014, Kurz *et al*., 2009). Ce modèle intègre des données d'inventaires forestiers et sur les courbes de rendements ainsi que des données sur les activités à référence spatiale sur la gestion des forêts et les perturbations naturelles (incendies, infestations d'insectes,) afin d'estimer les stocks de carbone forestier, les variations de ces stocks et les émissions et absorptions de gaz autres que le CO_2. Il a également recours à des paramètres climatiques et écologiques régionaux afin de simuler les transferts de carbone entre les bassins, vers les produits ligneux récoltés et vers l'atmosphère. L'approche conceptuelle reste celle recommandée par le GIEC (2003), c'est-à-dire que les absorptions ou les émissions nettes sont calculées comme la différence entre l'absorption du CO_2 par les arbres en croissance et les émissions attribuables aux activités d'aménagement des forêts (exploitation forestière), à la respiration hétérotrophe et aux perturbations naturelles. On trouvera des renseignements supplémentaires sur la méthodologie d'estimation à l'annexe 3.5.

D'après les simulations du modèle MBC-SFC3, le flux net de GES dans les forêts aménagées est principalement influencé par les processus naturels qui affectent l'absorption et la déperdition de carbone dans l'écosystème et par les perturbations humaines et naturelles, qui produisent aussi bien des émissions immédiates de GES que des transferts de C d'un réservoir à l'autre (Figure 6–2). Les émissions immédiates résultant des activités anthropiques directes (brûlage des rémanents) ainsi que des infestations d'insectes et des feux de friches peuvent être identifiées durant l'année où survient la perturbation. Dans les années suivantes, les émissions résiduelles et la repousse sont simulées à l'intérieur des processus annuels (de l'écosystème).

Les émissions immédiates causées par le brûlage des rémanents variaient entre 6 et 11 Mt, un écart qui correspond en bonne partie aux différences dans les superficies totales assujetties à cette pratique d'aménagement forestier (de 65 kha en 1998 à 92 kha en 1995). Les activités de récolte causent un transfert de carbone entre les réservoirs et vers la catégorie des PLR, mais n'engendrent aucune émission immédiate. Soulignons que le transfert de carbone des forêts aménagées vers le secteur des produits ligneux, de même que les émissions connexes de CO_2 issues de la fabrication, de l'utilisation et de l'élimination des produits ligneux, sont déclarés dans la catégorie des produits ligneux récoltés (section 6.4).

Une bonne part de la variabilité interannuelle du bilan des GES des forêts aménagées dépend de l'occurrence, de l'emplacement et de la gravité des incendies. Durant la période de 1990-2014, les émissions immédiates dues aux feux de friches ont fluctué entre 11 et 277 Mt. Pendant les incendies, la combustion de matière organique morte (MOM) représente 76 % des émissions immédiates; une bonne partie de la biomasse est tuée par le feu et transférée au bassin de MOM, mais n'est pas immédiatement consumée. Une part substantielle de la charge de combustible se compose de bois mort et de litière présents sur le sol. En moyenne, 8 %, en équivalent CO_2, des émissions immédiates dues aux incendies sont du CO, 8 % du CH_4 et 4 % du N_2O.

Depuis 2000, les infestations d'insectes ont touché une superficie totalisant plus de 55 Mha[2] de forêts aménagées, 77 % étant situées dans la zone de déclaration de la Cordillère montagnarde, ce qui correspond à l'infestation du dendroctone du pin ponderosa. Les infestations d'insectes causent des émissions immédi-

2 Peut englober des zones infestées à répétition, par exemple un hectare infesté durant trois années consécutives est comptabilisé comme trois hectares faisant partie des 55 Mha.

ates minimes parce que, malgré la destruction de la biomasse, le carbone est transféré au réservoir de MOM, où sa perte par décomposition dans les années subséquentes engendre des effets observés dans les processus annuels (Figure 6–2) (Kurz *et al*., 2008).

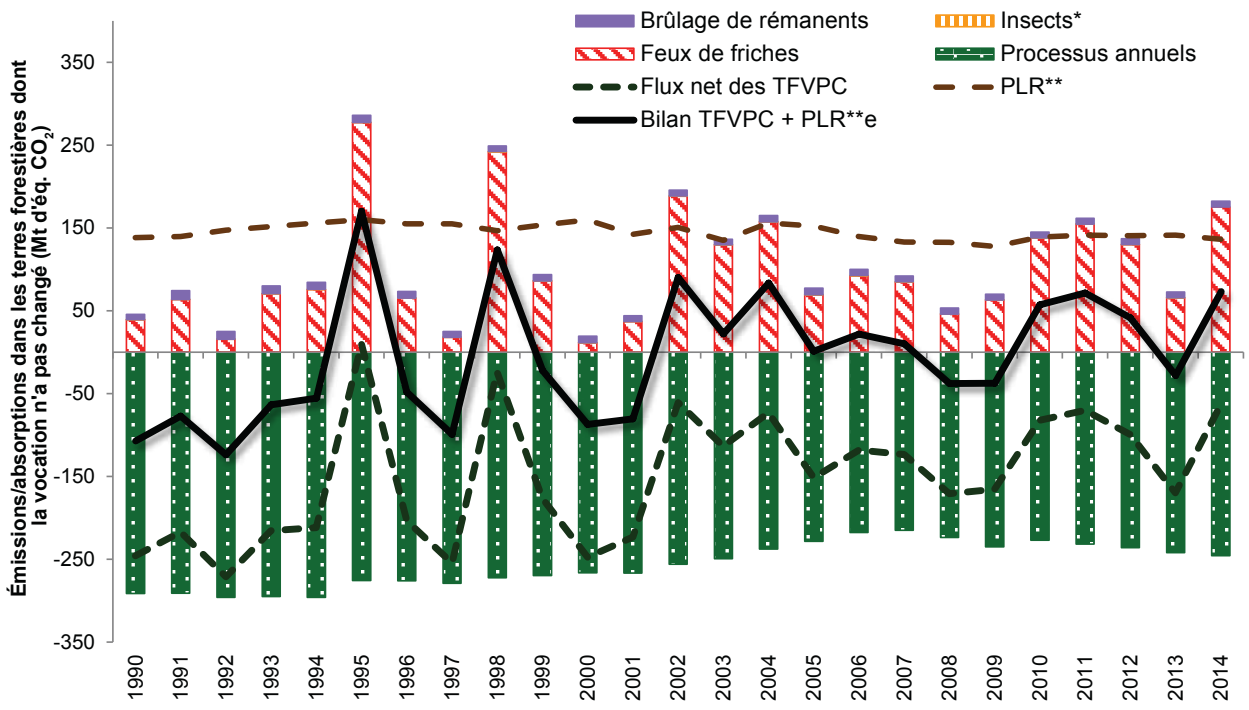
Les processus annuels représentent l'équilibre entre deux grands flux de carbone : l'absorption nette de carbone par les arbres en croissance (production primaire nette) et sa libération imputable à la décomposition de la matière organique par la respiration hétérotrophe (-3 000 et 2 700 Mt, respectivement, en 2014). L'effet à long terme des perturbations antérieures, telles les infestations d'insectes, se constate dans la réduction des absorptions nettes des processus annuels. Les superficies touchées par les infestations d'insectes ont considérablement augmenté dans la seconde partie de la série chronologique, entraînant à la fois une tendance à la hausse dans la décomposition de la MOM et un déclin dans l'absorption de C entre 2000 et 2007.

Le bilan des GES des forêts aménagées n'est pas homogène dans l'espace. En 2014, les forêts aménagées constituaient des sources nettes dans les zones de déclaration de la Taïga du bouclier est, des Prairies semi-arides, de la Taïga des plaines, de la Cordillère montagnarde et de la Taïga du bouclier ouest, et des puits nets dans les autres zones de déclaration (Tableau 6–5). À noter que la distribution spatiale des émissions et des absorptions subit l'influence de la survenue et de l'emplacement des perturbations (notamment des feux de friches) et qu'elle n'est donc pas nécessairement constante d'une année à l'autre.

Les changements dans le stock de carbone des forêts aménagées sont déclarés dans le tableau 4.A du CUPR, par zone de déclaration. Pour tout réservoir, ces fluctuations des stocks de carbone tiennent compte non seulement des échanges de GES avec l'atmosphère, mais aussi des transferts de carbone à partir des réservoirs et vers ces derniers, par exemple le transfert entre la biomasse vivante et la matière organique morte lors de la mort d'un peuplement forestier. Par conséquent, les fluctuations des stocks de carbone, prises individuellement, ne donnent aucune indication des flux nets survenant entre les réservoirs de carbone des forêts aménagées et l'atmosphère.

La récolte de bois dans les forêts aménagées engendre un transfert de carbone de la catégorie des Terres forestières vers la catégorie des produits ligneux récoltés (Tableau 6–5). Cependant, en raison de limites dans la conception actuelle des tableaux du CUPR, on ne peut déclarer dans le tableau 4.A du CUPR la perte de carbone subie par la biomasse forestière et les bassins de MOM, puisqu'il en résulterait une double comptabilisation des émissions résultant de la récolte. Cette perte de carbone est plutôt déclarée comme un apport de carbone vers le bassin des produits utilisés, dans le tableau 4.G du CUPR. C'est pourquoi il

Figure 6–2 Émissions et absorptions reliées aux Terres forestières



* Les infestations d'insectes causent peu d'émissions immédiates; cependant, leur influence sur le flux net des forêts aménagées, en raison de la mortalité d'arbres et de la décomposition de la MOM, peut être observée dans le volet des processus annuels.

**Les émissions des PLR ne sont présentées qu'à des fins de référence, pour illustrer le bilan net des forêts aménagées après la prise en compte de l'impact de ces émissions.

Tableau 6–5 Bilan des émissions de GES des Terres forestières dont la vocation n'a pas changé par zone de déclaration, 2014

Numéro de la zone de deéclaration	Nom de la zone de déclaration	Superficie forestière (kha)	Bilan net des GES (Mt CO_2 eq)[1]	Transferts de C aux PLR (kt C)[2]
1	Cordillère arctique	–	SO	SO
2	Haut-Arctique	–	SO	SO
3	Bas-Arctique	–	SO	SO
4	Taïga du Bouclier est	1 100	2 200	1
5	Bouclier boréal est	56 000	-59 000	9 600
6	Maritime de l'Atlantique	15 000	-22 000	6 100
7	Plaines à forêts mixtes	2 700	-8 200	180
8	Plaines hudsoniennes	300	- 570	NA
9	Bouclier boréal ouest	29 000	-21 000	2 600
10	Plaines boréales	38 000	-28 000	6 400
11	Prairies subhumides	1 800	-1 300	250
12	Prairies semi arides	40	45	NA
13	Taïga des plaines	21 000	21 000	600
14	Cordillère montagnarde	36 000	68 000	11 000
15	Maritime du Pacifique	13 000	-14 000	6 100
16	Cordillère boréale	17 000	-22 000	1 100
17	Taïga de la Cordillère	410	- 360	NA
18	Taïga du Bouclier ouest	1 800	22 000	69
Total Canada		**230 000**	**-63 000**	**44 000**

Notes
1. Les signes négatifs indiquent une absorption de CO_2 atmosphérique.
2. Tels qu'ils sont conçus actuellement, les tableaux des CUPR pour le secteur ATCATF ne permettent pas de représenter le transfert du carbone de la biomasse forestière au bassin des produits ligneux récoltés utilisés. Ce transfert entre catégories du secteur ATCATF est présenté ici à des fins d'information.

SO = Sans objet

importe de ne pas interpréter la fluctuation des stocks nets de carbone dans la biomasse forestière et les bassins de MOM, tel qu'indiqué au tableau 4.A du CUPR, puisque les déperditions de carbone de ces réservoirs ne sont pas complètement représentées. On trouve à l'annexe 3.5 un complément d'information sur la méthode employée par le Canada pour modéliser les PLR.

6

6.3.1.2. 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 MBC-SFC3 (Metsaranta *et al*., 2016). La modélisation de l'ensemble des forêts aménagées du Canada n'est pas faite au moyen d'une seule passe, mais plutôt au moyen de « passes de projets » distinctes dont les données de sortie sont par la suite réunies. Pour chaque « projet », 100 passes du modèle Monte-Carlo sont exécutées à partir des données d'entrée de base du rapport de 2015 (couvrant la totalité de la série chronologique de 1990–2013). Les intervalles de confiance sont calculés pour chaque année d'inventaire en échantillonnant au hasard 10 000 combinaisons de toutes les passes de projets pour chaque année donnée. De plus, des estimations distinctes ont été établies pour chaque gaz.

Pour des raisons pratiques, cette analyse numérique à forte intensité de calcul n'est pas répétée chaque année. Par conséquent, les limites d'incertitude pour les estimations annuelles dérivées pour le rapport de 2015 ont été extrapolées pour déterminer la plage d'incertitude associée aux estimations annuelles aux fins du présent 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 passes du modèle Monte Carlo. La plage d'incertitude pour les estimations sur le CO_2 est de 117 Mt en 1990, 106 Mt en 2005 et 100 Mt en 2013 (Tableau 6–6). En moyenne, l'incertitude se situait à ±55 Mt de la valeur médiane des estimations données par les passes du modèle Monte Carlo sur toute la série chronologique. Les émissions de gaz autres que le CO_2 contribuent peu à l'incertitude totale. Même si l'incertitude relative est présentée, ces valeurs peuvent être trompeuses, car l'incertitude relative peut s'accroître quand le bilan net de CO_2 approche la neutralité. Il ne s'agit pas d'une représentation des niveaux d'incertitude variables, mais d'un artefact de la combinaison de grands flux s'annulant mutuellement, tandis que leurs incertitudes relatives persistent.

Les distributions de probabilité sont asymétriques autour de l'estimation du flux net. Durant la production du RIN de 2015, des analyses laissaient penser qu'une portion de cette asymétrie dans la répartition des probabilités pourrait être partiellement imputable à un problème technique dans le processus de modélisation, et non à l'incertitude des intrants ou des paramètres du modèle.

Tableau 6–6 Estimations des flux nets annuels de CO_2, de CH_4 et de N_2O des Terres forestières dont la vocation n'a pas changé, délimitées par les 2,5e et 97,5e percentiles

Gaz	Année d'inventaire	Flux net (Mt)	2,5e percentile (Mt)	% d'incertitude (2,5e percentile)	97,5e percentile (Mt)	% d'incertitude (97,5e percentile)
CO_2	1990	- 251	- 345	37	- 228	-9
	2005	- 161	- 235	46	- 129	-20
	2014	- 85	- 146	71	- 46	-46
CH_4	1990	3,7	3,3	11	4,8	31
	2005	6,2	5,1	18	9,0	44
	2014	14,7	11,9	19	21,1	44
N_2O	1990	1,8	1,6	14	2,5	36
	2005	3,1	2,5	19	4,6	47
	2014	7,4	5,9	19	10,8	46

Cependant, il est actuellement impossible d'évaluer dans quelle mesure ce problème modifie la distribution. Même si les plages d'incertitude peuvent être considérées comme représentatives de l'incertitude caractérisant les paramètres du modèle et les données sur les activités, il faut user de prudence au sujet de la distribution de l'incertitude entourant l'estimation du flux net. Ce problème technique sera pris en compte en vue du rapport de l'année prochaine.

L'annexe A3.5.2.4 décrit plus en détail l'approche générale utilisée dans la réalisation de l'analyse.

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 Canada[3] (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 2004-2014 proviennent de la Composite nationale des superficies brûlées[4] (CNSB), dont les données sont dérivées de diverses sources de télédétection, des données de surveillance recueillies par les organismes provinciaux de gestion des ressources et d'une série de règles qui, pour chaque incendie, déterminent la plus précise source de données disponibles. 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 individuel, 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 s'avérer plus élevé.

Les données disponibles de l'inventaire des forêts ne couvrent pas toutes les mêmes périodes sur 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.

6.3.1.3. AQ/CQ et vérification

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. 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 et en facilite le suivi et la recherche de solutions.

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), 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 de façon complète 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

3 http://www.rncan.gc.ca/forets/feux/13160

4 http://www.rncan.gc.ca/forets/feux/13160

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 bassins 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 bassins pour le sous-total de l'écosystème était faible, mais celle des sols était importante. L'erreur dans les bassins de biomasse aérienne et de bois mort se comparait favorablement aux normes proposées dans les lignes directrices du GIEC (GIEC, 2003) pour ces bassins (8 % et 30 % respectivement). Les résultats de cette recherche indiquent qu'il existe de fortes variations propres aux bassins, aux régions et aux espèces qu'il convient d'étudier plus à fond.

6.3.1.4. Recalculs

Les nouveaux calculs effectués dans cette catégorie ont relevé les absorptions nettes de 2,2 Mt en 1990, et les ont diminuées de 9,3 Mt et 8,6 Mt en 2005 et 2013, respectivement. Sur l'ensemble de la série chronologique, les recalculs des émissions/absorptions variaient entre une hausse maximum de 16 Mt en 1998 (déclin de 40 % des absorptions) et une baisse de 24 Mt en 2009 (hausse de 17 % des absorptions).

Les nouveaux calculs sont imputables à la fois à une modification méthodologique concernant la récolte de bois de chauffage résidentiel, à l'apport de divers changements aux paramètres et aux algorithmes des modèles, et à une mise à jour des données sur les activités.

6

Modification à la méthodologie – Représentation améliorée de la collecte du bois de chauffage résidentiel

Dans les communications précédentes, ce sont les statistiques de la Base de données nationale sur les forêts qui servaient de données sur les activités pour ce qui est de la quantité de bois de chauffage résidentiel récoltée dans la forêt aménagée. Cependant, on obtenait alors une quantité substantiellement inférieure aux estimations établies, quant aux quantités de bois employées à des fins de chauffage résidentiel, par le Secteur de l'énergie et employées dans les estimations des produits ligneux récoltés dans la communication de 2015. Pour améliorer l'uniformité au sein du secteur de l'énergie ainsi que dans les catégories Terres forestières et Produits ligneux récoltés à l'intérieur du secteur ATCATC, le modèle d'écosystème forestier a simulé la récolte des volumes de bois de chauffage résidentiel provenant des bassins de carbone des forêts aménagées, en se fondant sur les données employées par le secteur de l'énergie. Pour plus de détails sur l'incorporation de la récolte de bois de chauffage dans le modèle d'écosystème forestier, se reporter à la section 6.4.1 et à l'annexe 3.5, section A3.5.7.

En général, ces modifications se sont soldées par une hausse des émissions, puisque l'augmentation du volume de bois de chauffage récolté dans la forêt aménagée a intensifié le transfert de biomasse vers la MOM, et ainsi accru les émissions attribuables à la décomposition de la MOM.

Changements aux paramètres et aux algorithmes des modèles – Feux de friches, brûlage de rémanents et récolte

Des changements ont été apportés à la méthode de modélisation de perturbations dans ce rapport. On a modifié le référencement spatial des feux de friches pour corriger des erreurs survenues dans le traitement des données antérieures, et qui avaient causé l'attribution de feux de friches aux mauvais peuplements forestiers. On a également mis au point une nouvelle grille de perturbation pour le brûlage de rémanents, afin d'éliminer un transfert erroné de carbone de la biomasse aérienne aux produits ligneux récoltés.

Le changement le plus substantiel apporté aux paramètres et aux algorithmes pour la modélisation de la récolte forestière a consisté en une modification non documentée du critère de tri pour la sélection des récoltes. Cette modification accordait une plus grande priorité aux peuplements comportant le volume le plus élevé de bois mort debout. Cette correction visant à mieux représenter l'abattage de récupération (c'est-à-dire le retrait du bois commercialisable à la suite de perturbations naturelles) et a eu un effet marqué sur les estimations totales dans la seconde moitié de la série chronologique. Les infestations d'insectes qui ont touché à répétition l'Ouest du Canada depuis 2000 ont engendré de forts volumes de bois mort ciblé pour l'abattage de récupération. Cette révision du critère de tri s'est traduite par de fortes augmentations des absorptions nettes, puisqu'il y a eu récolte d'un moindre volume de biomasse et d'un volume supérieur de bois mort; la quantité de bois mort laissée sur place pour se décomposer ou brûler subséquemment a donc diminué.

La tendance à la baisse observée dans les recalculs pour la seconde moitié de la série chronologique est tout d'abord imputable aux recalculs touchant les zones de déclaration de la Cordillère montagnarde et des Plaines boréales, que l'on peut principalement attribuer à l'apport de corrections aux critères de sélection et de tri des peuplements en vue de la récolte.

Mises à jour des données sur les activités

La présente déclaration fait appel à des données sur les activités actualisées pour les feux de friches, la récolte, le brûlage de rémanents et la conversion de forêts. L'emploi de données

révisées sur les feux de friches pour 2004-2013, provenant de la Composite nationale des superficies brûlées (CNSB), a entraîné de fortes hausses des superficies incendiées pour 2011-2013. Les statistiques sur les activités d'aménagement forestier ont fait l'objet de révisions dans la Base de données nationale sur la forêt, portant notamment sur le brûlage de rémanents dans les provinces où aucune donnée en la matière n'était précédemment communiquée.

Le fait d'utiliser des taux de conversion issus d'une analyse géomatique actualisée couvrant une période de cartographie plus récente, plutôt que d'extrapoler les taux de conversion d'une analyse précédente, a causé une révision à la baisse des estimations de conversions de forêts pour 2005-2013. La section 6.9.4 contient des explications plus détaillées sur les recalculs touchant les conversions de forêts.

Il y a également eu une hausse notable du volume de carbone transféré à la catégorie des produits ligneux récoltés (en moyenne 5 Mt, ou 11 %), principalement en raison de changements aux données sur les activités pour la récolte de bois de chauffage résidentiel. Ces modifications dans les transferts aux PLR se reflètent dans la catégorie Produits ligneux récoltés (voir la section 6.4.3).

6.3.1.5. Améliorations prévues

À long terme, on prévoit améliorer la qualité des données des inventaires forestiers et se concentrer davantage sur les facteurs qui régissent les émissions et absorptions anthropiques.

On se penche sur des méthodes permettant d'éliminer efficacement l'incidence des perturbations naturelles sur la variabilité et les tendances des émissions, par exemple en excluant temporairement les émissions/absorptions des terres forestières aménagées faisant l'objet de perturbations naturelles incontrôlables.

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 directes. 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 reculé, passant de 174 kha en 1990 à 56 kha en 2014. 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-vingt-deux 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 Bouclier boréal est) et seulement 12 % dans les Prairies (zones de déclaration du Bouclier boréal ouest, des Plaines boréales et des Prairies subhumides), l'autre 6 % étant dans l'Ouest du Canada (zone maritime du Pacifique et Cordillère montagnarde).

Les absorptions nettes ont baissé au cours de la période, passant de 1,0 Mt en 1990 à 0,6 Mt en 2014. On observe une accumulation nette de carbone principalement dans la biomasse (129 Gg C en 2014 – 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 2009-2014.

Les émissions et les absorptions de GES sur les terres récemment converties en forêts ont été estimées à l'aide du modèle MBC-SFC_3, tel que décrit à l'annexe A3.5. Les fluctuations des stocks de carbone dans le sol sont hautement incertaines, en raison des difficultés qu'il y a à trouver des 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 a présumé 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. AQ/CQ 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, même s'il conserve 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

Les estimations de cette catégorie n'ont fait l'objet d'aucun nouveau calcul.

6.3.2.6. Améliorations prévues

On a actuellement accès à peu d'information sur les activités de boisement, 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 approfondies.

6.4. Produits ligneux récoltés (catégorie 4.G du CUPR)

La catégorie des produits ligneux récoltés (PLR) est déclarée en conformité avec la méthode de production décrite à l'annexe du Volume 4, chapitre 12, des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006). 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 128 Mt en 2009 (plus faible année de récolte) et des plafonds de 160 Mt en 1995 et 2000. En 2014, les PLR représentaient des émissions totales de 136 Mt, un peu inférieures que les 138 Mt de 1990 (Figure 6–2, 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).

6.4.1. 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), a été mis au point 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 reste du 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 absorbées 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 2,5 % de tous les intrants de toute année) transférées du modèle MBC-SFC3 (voir la section 6.3.1.1). 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 1941-1989.

Les données sur le volume annuel de bois de chauffage résidentiel et de bois de rebut industriel sont fournies par le Secteur de l'énergie. Les données sur le bois de chauffage résidentiel proviennent d'enquêtes de Statistique Canada, 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), de ce dernier ministère. Les annexes 3.1

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 / Biens	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Stocks de carbone (Mt C)[1]								
Apports	49	58	57	42	44	44	45	45
Récolte conventionnelle[2]	40	51	51	35	37	38	38	38
Conversion de forêts[2]	1,8	1,2	1,2	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0
Bois de chauffage résidentiel[3]	6,9	6,3	5,2	5,4	5,4	5,5	5,5	5,5
Exportations	19	28	31	18	19	19	21	22
Stocks nets[4]	300	420	500	530	540	540	550	560
Émissions (Mt CO_2)[1]	**138**	**160**	**152**	**139**	**141**	**141**	**141**	**136**
Récolte nationale	97	97	82	74	77	77	78	74
Bois massif - Bois scié	4,8	4,7	5,2	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1
Bois massif - Panneaux de bois	2,5	2,9	3,2	3,6	3,7	3,8	3,9	3,9
Autres produits de bois massif	0,8	1,4	1,8	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1
Papier et pâte commerciale	8,3	2,0	0,7	0,9	1,2	1,7	2,3	2,4
Bois de chauffage - Résidentiel et commercial	50	58	58	50	50	50	50	50
Résidus de machines à bois	31	29	13	11	14	13	13	9,0
Échelle mondiale, issues de la récolte canadienne	41	62	71	65	64	64	63	63
Bois massif - Bois scié	8,8	13	15	16	16	17	17	17
Bois massif - Panneaux de bois	0,7	2,4	4,0	4,8	4,9	4,9	5,0	5,1
Autres produits de bois massif	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Papier et pâte commerciale	31	46	50	43	41	40	40	39
Résidus de machines à bois	0,5	1,0	1,9	1,2	1,7	1,8	2,0	1,3

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 1941, les stocks nets, pour la période de déclaration, peuvent inclure le C du bois récolté avant 1990.

(sources de données) et 3.5 contiennent plus d'information sur la méthode d'estimation, les sources des données et les paramètres employés dans le modèle.

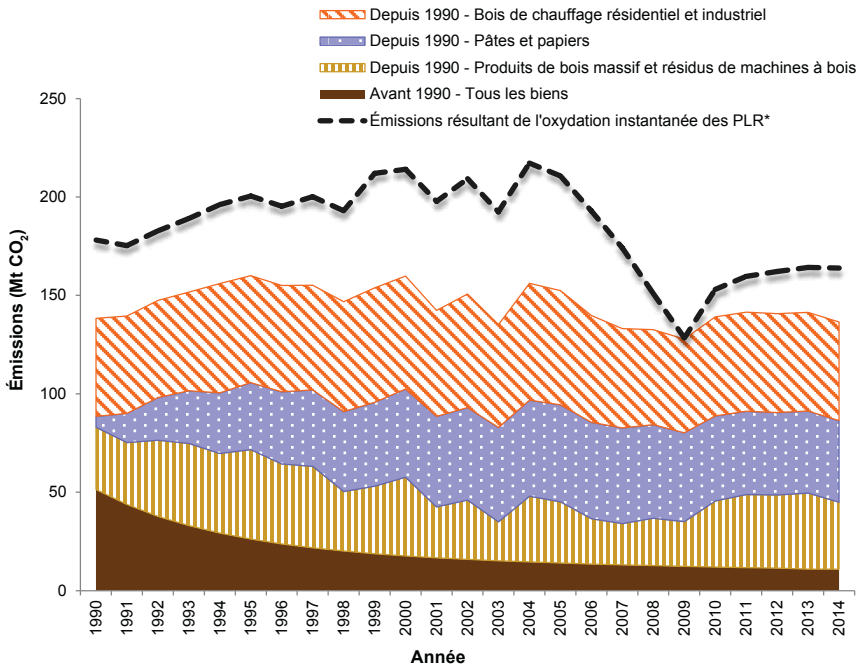
Le dernier rapport n'appliquait que partiellement les Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006) concernant le bois de chauffage, puisque seule la quantité de bois de chauffage résidentiel basée sur les statistiques recueillies par le Programme national de données sur les forêts (PNDF) était considérée comme récoltée dans le modèle de l'écosystème forestier. Les quantités de carbone associées aux volumes de bois de chauffage résidentiel communiqués par le Secteur de l'énergie ont été ajoutées par incréments au bassin de bois de chauffage résidentiel des PLR sans prendre en compte les pertes correspondantes de C dans l'écosystème forestier. Dans la présente déclaration, 87 % du volume total du bois de chauffage utilisé dans les estimations du Secteur de l'énergie a servi d'intrant pour simuler la récolte de bois de chauffage dans la forêt 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 configuration temporelle des émissions issues de l'élimination des PLR est le fruit combiné de la production historique de biens et du cycle de vie des divers biens (Tableau 6–7). L'incidence de tout changement important dans les niveaux de récolte, ou dans l'amalgame de biens, est donc rééchelonnée sur plusieurs années et décennies subséquentes, à mesure que les biens 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 sont considérablement inférieures aux émissions que donnerait l'application d'une approche d'oxydation instantanée, comme c'était le cas des rapports antérieurs à 2015 (ligne pointillée à la Figure 6–3), avec des réductions qui varient de 37 Mt en 1993 à 61 Mt en 2004 (plus forte année de récolte). 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 présent dans le bassin de PLR qui provenait d'années antérieures à plus faible taux de récolte, et qui était éliminé durant l'année de déclaration.

À l'inverse, après 2007, malgré des taux de récolte inférieurs, les émissions des PLR demeurent élevées par rapport à l'estimation de l'oxydation immédiate parce que la quantité de carbone présente dans le bois transféré hors du bassin des produits utilisés qui proviennent de récoltes d'années précédentes est plus élevée que la quantité de carbone présente dans le bois prélevé par récolte durant l'année de déclaration.

Figure 6–3 Émissions comparatives du bassin de PLR selon la méthode de la production et la méthode de l'oxydation immédiate



* Cette ligne représente une autre estimation des émissions provenant des PLR, basée sur une méthode d'oxydation immédiate, et n'est présentée ici qu'à des fins d'information.

Tableau 6–8 Estimations des émissions de CO_2 des produits ligneux récoltés pour 2014, délimitées par les 2,5e et 97,5e percentiles

Source d'apports de C	Émissions (Mt CO_2)	2,5e percentile (Mt)	% d'incertitude (2,5e percentile)	97,5e percentile (Mt)	% d'incertitude (97,5e percentile)
Récolte conventionnelle - depuis 1990	102,8	91,9	-11	110,9	8
Conversion de forêts - depuis 1990	3,1	2,9	-8	3,3	4
Récolte de bois de chauffage résidentiel	19,6	19,6	-0,1	19,7	0,1
Récolte historique - depuis 1990	10,9	10,3	-5	11,4	5

6

6.4.2. Incertitudes et cohérence de la série chronologique

Le degré d'incertitude des estimations pour les PLR a été évalué et est présenté pour une première fois dans cette déclaration.

Pour cette première implémentation, on a varié les paramètres du modèle pour des simulations de Monte-Carlo tout en maintenant constants les apports de carbone, selon les résultats du modèle d'écosystème forestier MBC-SFC3. Pour cette raison, les résultats de cette analyse (Tableau 6–8) représentent l'incertitude du sort du carbone récolté, et non l'incertitude entourant le taux d'apports de C, qui est déterminée dans l'analyse d'incertitude des estimations forestières (comme décrit à la section 6.3.1.2).

L'analyse d'incertitude a pris en considération plusieurs paramètres du modèle, y compris ceux reliés aux valeurs d'allocation des produits et aux demi-vies des produits en cours d'utilisation (Metsaranta *et al*., 2016). Pour chacun de ces paramètres, on a attribué une plage et une répartition escomptées, en se basant sur des valeurs publiées et/ou un avis d'expert. Les valeurs des paramètres étaient réparties de façon triangulaire ou uniforme, cette dernière répartition étant employée lorsqu'on connaissait peu de chose sur un paramètre. Pour chaque simulation Monte-Carlo, on a remplacé les paramètres de référence du modèle par des valeurs aléatoirement tirées des répartitions pertinentes, créant ainsi 100 séries distinctes de paramètres de modèle. Comme les paramètres ont été puisés indépendamment l'un de l'autre, on peut postuler l'absence de toute corrélation entre leurs valeurs, sauf lorsque les paramètres représentent des proportions qui doivent totaliser un, auquel cas on veillait à que la somme des proportions correspondait exactement à un. Chaque série de valeurs de paramètre a été appliquée aussi bien à des passes de modèle contemporaines qu'à des passes historiques, ce qui a nécessité 200 simulations.

6.4.3. Recalculs

Les nouveaux calculs pour la catégorie des PLR sont imputables à la combinaison des effets suivants : i) correction de l'hypothèse

de teneur en humidité postulée dans le modèle du bois de chauffage industriel, qui se répercutait sur l'estimation massique du bois de chauffage industriel et des résidus de machines à bois; ii) correction, dans l'analyse du bilan massique, des statistiques de la FAO qui déterminent les proportions allouées aux biens, amenant une baisse du volume de la récolte commerciale alloué aux biens et une augmentation du volume de matériel considéré comme résidus de machines à bois; iii) baisse de 13 % des coefficients d'émission de CO_2 de la biomasse résidentielle utilisés dans le Secteur de l'énergie (voir section 3.2.7), qui servent également au bois de chauffage résidentiel dans le secteur ATCATF; iv) alignement des données sur les activités de collecte de bois de chauffage résidentiel avec l'approvisionnement en bois donné par le modèle écosystémique, modifiant ainsi les estimations concernant le bois de chauffage résidentiel; v) actualisation des données sur les activités de récolte forestière et de conversion de forêts. Par suite de ces recalculs, les émissions totales des PLR ont été réduites de 2 Mt pour 1990, de 6,3 Mt pour 2005 et de 3,9 Mt pour 2013.

6.4.4. 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 sise hors de la forêt aménagée et hors des terres touchées par la conversion de forêts, il faudra apporter de nouvelles 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 et élargir la couverture temporelle, actuellement limitée par les données disponibles.

Enfin, on prévoit aussi bonifier l'analyse d'incertitude des estimations touchant les PLR, en considérant l'incertitude inhérente aux apports de carbone.

6.5. Terres cultivées (catégorie 4.B du CUPR)

Les terres cultivées couvrent environ 50 Mha du territoire canadien. En 2014, le bilan net des GES dans cette catégorie correspondait à des absorptions de 8,4 Mt (Tableau 6–1). Pour les besoins des rapports de la CCNUCC, les terres cultivées sont subdivisées en terres cultivées dont la vocation n'a pas changé (absorptions nettes de 11 Mt en 2014) et en terres (forêts ou prairies) converties en terres cultivées (émissions nettes de 3,0 Mt et 0,019 Mt respectivement en 2014). Les estimations concernant les « terres converties en terres cultivées » englobent les émissions et les absorptions nettes de CO_2, de même que les émissions de N_2O et de CH_4.

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.

6

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	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Total des terres cultivées dont la vocation n'a pas changé		630	-7 300	-13 000	-13 000	-12 000	-12 000	-12 000	-11 000
Culture des histosols		300	300	300	300	300	300	300	300
Cultures ligneuses pérennes		31	60	- 0,1	- 25	- 20	- 42	- 57	- 72
Total - sols minéraux		300	-7 700	-13 000	-13 000	-13 000	-12 000	-12 000	-12 000
Changement de la gamme de cultures	Hausse des cultures pérennes	-3 600	-7 900	-12 000	-13 000	-13 000	-13 000	-13 000	-13 000
	Hausse des cultures annuelles	7 000	7 900	8 200	10 000	11 000	12 000	12 000	13 000
Changement des méthodes de travail du sol	Classique à réduit	- 810	-1 100	-1 000	- 900	- 870	- 850	- 840	- 820
	Classique à sans labour	- 410	-2 600	-3 600	-4 100	-4 200	-4 300	-4 400	-4 400
	Autre	- 0,4	- 270	- 770	- 970	-1 000	-1 000	-1 000	-1 100
Changement des jachères	Hausse des jachères	2 300	2 100	1 900	1 700	1 700	1 600	1 600	1 600
	Baisse des jachères	-4 400	-7 100	-7 700	-8 400	-8 500	-8 700	-8 800	-8 900
Conversion des terres-Émissions résiduelles[2]		180	1 400	1 700	1 900	1 900	1 900	1 900	1 800

Notes:
1. Les signes négatifs indiquent une absorption de CO_2 atmosphérique.
2. Ces émissions résiduelles nettes de CO_2 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.

La rubrique Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé englobe les émissions/absorptions de CO_2 par les sols minéraux, les émissions de CO_2 résultant du travail des sols organiques et les émissions/absorptions de CO_2 résultant des fluctuations survenues dans la biomasse ligneuse provenant des cultures spécialisées. Une méthode de niveau 2 améliorée sert à estimer les émissions et les absorptions de CO_2 par les sols minéraux attribuables à une modification des pratiques d'aménagement des terres.

6.5.1.1. Émissions et absorptions de CO_2 dans 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 primaire 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 CO_2 dans l'atmosphère ou des absorptions.

En 1990, les changements apportés à l'aménagement des sols minéraux ont représenté une émission nette d'environ 0,3 Mt (Tableau 6–9). Cette faible source s'est graduellement transformée en une absorption de 14 Mt en 2006, pour ensuite redescendre graduellement à 12 Mt en 2014. La tendance à la hausse des absorptions au cours des 17 premières années reflète partiellement les efforts soutenus de réduction des jachères et d'augmentation des pratiques de conservation du sol (Campbell *et al*., 1996; Janzen *et al*., 1998; McConkey *et al*., 2003). Par contre, les absorptions nettes tendent à se stabiliser au cours des dernières années, puisque l'adoption des pratiques culturales de conservation du sol et de réduction des jachères a commencé à plafonner et que l'activité du sol comme puits, à la suite de l'adoption antérieure de ces pratiques, s'approche de l'état d'équilibre. Les émissions accrues causées par l'augmentation de la proportion des cultures annuelles dans la gamme des cultures ont également contribué au récent déclin de l'activité nette du sol comme puits, en annulant partiellement les gains en carbone du sol. Une diminution de 81 % de la superficie des jachères de 1990 à 2014 a entraîné une augmentation nette des absorptions, qui sont passées de 2,0 Mt en 1990 à 7,3 Mt en 2014. L'augmentation nette des absorptions (de 1,2 Mt en 1990 à 6,3 Mt en 2014) causée par l'adoption de méthodes culturales de conservation du sol est corroborée par une augmentation nette totale de 17 Mha des zones sans labour et en travail réduit de 1990 à 2014. Le changement net dans la gamme de cultures a réduit la source, qui est passée de 3,4 Mt en 1990 à 0,2 Mt en 2014.

L'augmentation nette depuis 1990 des puits résultant du changement des méthodes de gestion a été partiellement neutralisée par une augmentation des émissions résiduelles nettes de CO_2. Ces émissions résultent de la décomposition de la matière organique morte et du COS chaque année sur les terres converties en terres cultivées plus de 20 ans avant l'année d'inventaire. Les émissions imputables aux terres converties depuis moins de 20 ans sont comprises dans la catégorie des terres converties en terres cultivées. L'augmentation observée depuis 1990 dans ces émissions résiduelles est attribuable à un artefact méthodologique, étant donné que la surveillance de la conversion des forêts ne remonte qu'à 1970. Les émissions résiduelles après 20 ans en 1990 ne représentaient que les terres converties en 1970. L'augmentation apparente des émissions résiduelles est due au fait que la couverture temporelle est plus grande d'une année d'inventaire à l'autre. Dans les tableaux du CUPR, ces émissions sont subdivisées entre le réservoir de la matière organique morte et le réservoir du sol.

Questions de méthodologie

Conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC, on a présumé 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. C'est à partir de leur travail qu'on a 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. On a également tenu compte de l'existence de données sur les activités (série chronologique des pratiques d'aménagement) dans le *Recensement 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 CO_2 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 un niveau élevé de subdivision spatiale, à savoir selon les 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. Des limites sont imposées par la disponibilité des données sur les activités dans le cadre de modélisation. 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). 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 100 000 hectares. Il s'agit du niveau de résolution le plus fin possible des données sur les activités reliées à une pédostrate écologique, compte tenu des limites imposées par les impératifs de confidentialité qui se rattachent aux données du recensement. 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 CO_2 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 pratique[5].

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 CO_2 par les sols minéraux ont été élaborées par McConkey *et al*. (2007), lesquels ont fait état de valeurs d'incertitude de ± 19 % pour les niveaux et de ± 27 % pour les tendances. Ces incertitudes n'ont pas été mises à jour depuis le rapport annuel de 2011. En raison des changements importants apportés aux données sur les activités agricoles par suite de l'incorporation des données d'observation de la Terre, il faudra actualiser les estimations d'incertitude au sujet des terres cultivées dont la vocation n'a pas changé.

L'uniformité dans les estimations du CO_2 est assurée par l'emploi de la même méthodologie sur l'ensemble de la série chronologique (1990-2014).

AQ/CQ 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

5 T. Huffman, Agriculture et Agroalimentaire Canada, communication personnelle à Brian McConkey, 2007.

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 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 ± 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. On trouvera des détails dans 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 de la qualité du système national de surveillance, de comptabilisation et de production de rapports (SNSCPR) du secteur agricole canadien. 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 la prochaine version du SNSCPR.

Recalculs

Dans la présente déclaration, on a découvert une erreur dans le script de programmation servant à traiter les données d'observation de la terre incorporées pour la première fois dans la communication de 2015; un appel de fonction ne permettait pas d'actualiser les valeurs des pédo-paysages du Canada (PPC) pour le travail du sol classique en accord avec les proportions cultivées révisées, alors qu'il y avait en même temps une actualisation des valeurs pour le travail réduit du sol et la culture sans labour. La correction du problème a fortement modifié les superficies de travail du sol classique (hausse 0,95 Mha en 1990 et baisse de 2,1 Mha en 2013), de travail réduit (baisse de 0,81 Mha en 1990 et hausse de 0,56 Mha en 2013) et de culture sans labour (baisse de 0,14 Mha en 1990 et hausse de 1,5 Mha en 2013). Il y a également eu de légers changements dans les superficies cultivées, suite à la correction d'erreurs dans le code de programmation régulant l'estimation des étendues cultivées pour les polygones des PPC où il y a eu suppressions de données de recensement ou pour lesquels il n'existait pas de données de recensement.

Ces changements d'attributs des terres cultivées, pour la catégorie Terres cultivées dont la vocation n'a pas changé, ont mené aux recalculs suivants : hausse des émissions de 153 kt en 1990 et hausse des absorptions de l'ordre de 119 kt en 2005 et de 724 kt en 2013.

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 CO_2 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 fibrisols de plus de 60 cm d'épaisseur, les mésisols et les humisols de plus de 40 cm d'épaisseur (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 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 1990-2014) a été évaluée à 16 kha ou 0,03 % de la superficie des terres cultivées. Les superficies 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 ± 0,09 Mt d'éq. CO_2 pour le niveau et 0 ± 0,13 Mt d'éq. CO_2 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 (1990-2014).

AQ/CQ 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

Aucun nouveau calcul n'a été effectué aux fins de l'estimation des émissions de cette catégorie de source.

Améliorations prévues

On n'envisage pas pour l'instant d'améliorer les estimations des émissions au sujet de cette source.

6.5.1.3. Émissions et absorptions de CO_2 par la biomasse ligneuse

Description de la catégorie

On trouve de la biomasse ligneuse pérenne sur les terres cultivées plantées de vignobles, de vergers et d'arbres de Noël. La biomasse s'accumule également sur les terres cultivées abandonnées qui retournent à l'état de végétation naturelle. 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 et les plantations d'arbres de Noël sont pris en compte; pour l'instant, on exclut les fluctuations de la biomasse ligneuse provenant des « terres cultivées abandonnées » sur les terres cultivées dont la vocation n'a pas changé.

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. On trouve de plus amples renseignements sur les hypothèses et les paramètres à l'annexe A3.5.

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 ± 75 % (intervalle de confiance de 95 %) pour la biomasse ligneuse sur les terres cultivées.

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 ± 75 % (intervalle de confiance de 95 %) (GIEC, 2006).

La moyenne globale et les incertitudes associées aux émissions ou aux absorptions de CO_2 des cultures ligneuses spécialisées ont été estimées à -72 ± 7,4 kt pour le niveau d'incertitude et à -103 ± 150 kt pour la tendance (McConkey *et al*., 2007).

On a utilisé la même méthodologie pour l'ensemble de la série chronologique des estimations des émissions (1990-2014).

AQ/CQ 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

Dans cette déclaration, on a découvert une erreur dans le code de programmation concernant la suppression de la confidentialité des données dans le *Recensement de l'agriculture*. La correction de cette erreur a causé de légères modifications dans la superficie des vignobles, des vergers et des pépinières d'arbres de Noël sur toute la période de déclaration, allant d'une hausse de 278 ha en 1990 à une baisse de 266 ha en 1992. Il y a eu une faible diminution des émissions de 0,1 kt en 1990 et de 1,8 kt en 2005, et une augmentation des absorptions de 0,6 kt en 2013.

Améliorations prévues

On s'efforce de mieux quantifier la biomasse ligneuse des terres cultivées au Canada, et l'on améliorera le modèle sur le court à moyen terme.

6

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 près de 100 % des émissions totales de cette catégorie, lesquelles ont diminué, passant de 9,8 Mt en 1990 à 3,0 Mt en 2014. Les émissions attribuables à la conversion de prairies sont relativement non significatives.

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 35 % de la conversion de superficie de forêts en 2014). La superficie cumulative des terres forestières converties en terres cultivées, selon le tableau 4.B du CUPR, était de 1 286 kha durant les 20 années précédant 1990 et de 345 kha au cours des vingt années précédant 2014. 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 2014, les émissions immédiates issues de la conversion des terres forestières en terres cultivées représentaient 1,2 Mt, tandis que les émissions résiduelles découlant d'événements s'étant produits dans les 20 dernières années correspondaient à 1,7 Mt. Plus de 90 % des émissions étaient issues des bassins de biomasse et de matière organique morte pendant et après la conversion, et le reste était attribuable au réservoir de sol.

Questions de méthodologie – bassins de MOM et de biomasse

Comme mentionné précédemment, la grande majorité des émissions attribuables à la conversion des terres forestières en terres cultivées sont celles des bassins de matière organique morte et de biomasse. 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 6.3.1.1 une description générale détaillée du cadre de modélisation. Plus de détails sont donnés 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 CO_2 résultant des changements dans les pratiques de gestion dans les 20 années suivant la conversion ainsi que les émissions de N_2O 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 le sol 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 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.

Tableau 6–10 Incertitude associée aux composantes 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 2014

Composantes d'émissions	Émissions (kt d'éq. CO_2)	Incertitude (kt d'éq. CO_2)
Émissions immédiates de CO_2	1 054	±664
Émissions résiduelles de CO_2 provenant du bassin de MOM	1 523	±365
Émissions résiduelles de CO_2 provenant du bassin de sol	209	±130
Émissions de CH_4	98	±33
Émissions de N_2O	57	±18

6

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. Pour estimer l'incertitude de toute la série chronologique dans le présent rapport, on a extrapolé les valeurs d'incertitude de l'analyse de Monte-Carlo réalisée pour la déclaration précédente. Une description de la méthode générale est présentée à la section 6.3.1.2; pour un complément d'information, voir la section 3.5.2.4 de l'annexe 3.5.

L'incertitude associée aux flux nets de CO_2 du réservoir de sol a été estimée selon la méthode analytique (McConkey *et al*., 2007). De plus amples renseignements sont fournis à l'annexe A3.5.2.4 sur la méthode d'analyse générale.

AQ/CQ 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. 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 sur supports papier et électronique.

Recalculs

L'inclusion de la période de cartographie 2008-2013, qui a ajouté un quatrième point d'ancrage en 2010, a permis de moins recourir à l'extrapolation que dans les déclarations précédentes (voir la section 6.9). Les importants recalculs effectués au sujet des terres forestières converties en terres cultivées se sont soldés par une baisse cumulative de 45 kha entre 2005 et 2013. Ces modifications étaient les principales responsables des baisses d'émissions de 24 kt en 1990, de 17 kt en 2005 et de 818 kt en 2013.

Améliorations prévues

Les améliorations prévues décrites à la section 6.9, Conversion des forêts, 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 CO_2 et de N_2O 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), qui ont conclu que la quantité moyenne de biomasse aérienne était de 1 100 kg ha^{-1} dans le tchernozium brun et de 1 700 kg ha-1 dans le tchernozium 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 2014, les émissions totales des sols s'élevaient à 19 kt, soit une baisse en regard des 249 kt de 1990, y compris les déperditions de carbone et les émissions de N_2O 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 perdu/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 tchernozioms 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 N_2O des terres forestières converties en terres cultivées, les émissions de N_2O 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 19 ± 23 kt pour le niveau d'incertitude et de -230 ± 160 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 (1990-2014).

AQ/CQ 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

La déclaration de données sur les prairies aménagées à des fins agricoles dans le *Recensement de l'agriculture* est hautement variable. On a donc recalculé la superficie de prairies pour chaque année, en appliquant une moyenne sur onze ans. On a ensuite généré les données sur les activités concernant la superficie de prairies converties en terres cultivées en rapprochant les changements nets de superficie de prairies avec les changements de superficie de terres cultivées. Les changements étaient de faible amplitude, variant entre 100 et 1 000 ha par année avant 1980. Aucun changement supérieur à 3 ha n'a été observé après 1980. Le changement dans les estimations de superficie de prairies, combiné aux révisions apportées aux estimations de la superficie de terres cultivées, a donné lieu à de légers recalculs d'émissions, soit +7,3 kt en 1990, +0,1 kt en 2005 et +0,2 kt en 2013.

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 (7 029 kha), la Cordillère montagnarde (108 kha) et la zone maritime du Pacifique (63 kha). 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 Tableau 6–4, 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 naturellement par la foudre, par allumage accidentel, comme outil de gestion visant à lutter contre les plantes envahissantes et à stimuler la croissance des espèces indigènes, ou dans le cadre d'exercices d'entraînement militaire. Le brûlage des prairies aménagées constitue une source nette de CH_4, de CO, de NO_x et de N_2O (GIEC, 2006).

6.6.1.2. Questions de méthodologie

Les émissions de CH_4 et de N_2O 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 CH_4 (2,7 g CH_4 kg^{-1} de matière sèche brûlée et 0,07 g N_2O kg^{-1} de matière sèche brûlée) sont issus des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006).

Les données 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).

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 coef-

ficients d'émission par défaut sont de ± 40 % pour le CH_4 et de ± 48 % pour le N_2O (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 ± 64 % pour le CH_4 et de ± 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 2014).

6.6.1.4. AQ/CQ 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

Il n'y avait pas de changement dans les données sur les activités ou dans la méthode d'estimation des émissions.

6.6.1.6. Améliorations prévues

On n'envisage pas pour l'instant 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 d'eau pendant suffisamment longtemps pour favoriser les processus anaérobiques révélés par la présence de sols mal drainés, d'hydrophytes et de divers types d'activités biologiques adaptées à un milieu humide – 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 Canada, 2003). Le Système de classification des terres humides du Canada subdivise les terres humides en cinq grandes catégories : les bogs, les fens, 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 submergées (à savoir, la création de réservoirs). 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 tourbe (catégories 4.D.1.1 et 4.D.2.1 du CUPR)

6.7.1.1. Description de la catégorie de source

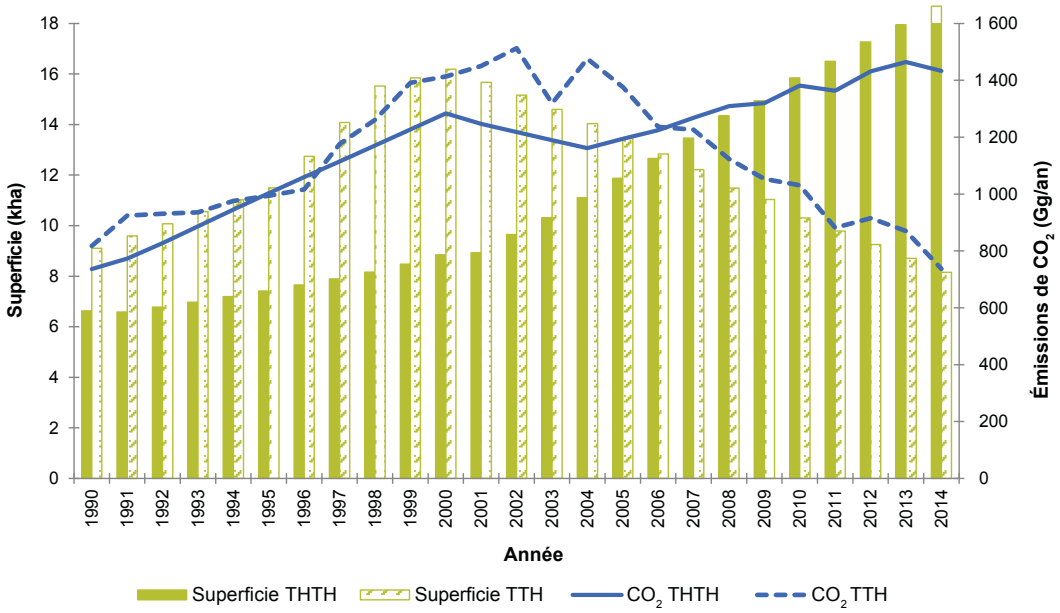
Sur les quelque 123 Mha de tourbières que l'on trouve au Canada[6], environ 27 kha sont drainés, ou l'ont été par le passé, pour l'extraction de la tourbe. Environ 15 kha font actuellement l'objet d'un aménagement actif, l'écart (11 kha) représentant les tourbières qui ne sont plus en production. Dans 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 ne produit que de la tourbe horticole.

Depuis les années 1980, la quasi-totalité de l'extraction de la tourbe au Canada a recours à la technologie de l'extraction sous vide; de plus, environ 100 t/ha/an (à l'état humide) de tourbe horticole sont normalement extraites au moyen de cette technique (Cleary, 2003). L'inconvénient de cette technique, par opposition à l'ancienne méthode de blocs de coupe, tient à la mauvaise repousse naturelle de la végétation à l'étape post production. Depuis les années 1990, les activités de rétablissement des tourbières intéressent davantage.

Les activités d'extraction de tourbe ont augmenté pendant la période 1990–2000; la superficie soumise à l'extraction active a crû de 47 %, passant de 9,5 kha en 1990 à 14 kha au tournant du siècle. Du fait de cette expansion, les émissions issues de l'extraction de tourbe marquent une nette augmentation pendant la première moitié de la période d'évaluation. Depuis, elles ont baissé (Figure 6–4), passant de 2,7 Mt en 2000 à 2,2 Mt en 2014. Les émissions de l'extraction de la tourbe sont déclarées dans la catégorie des terres converties en Terres humides au cours des 20 premières années suivant leur conversion, puis, passé ce délai, dans la catégorie des terres humides dont la vocation n'a pas changé.

6 Cette superficie comprend les tourbières qui seraient considérées comme des forêts, des terres cultivées et des prairies selon la classification des terres du GIEC.

Figure 6–4 Superficies et émissions de CO_2 des terres aménagées pour l'extraction de tourbe, 1990–2014



* TTH = Terres converties en terres humides; THVPC = Terres humides dont la vocation n'a pas changé

6.7.1.2. Questions de méthodologie

Les phases générales de l'extraction de la tourbe sont : i) le drainage; ii) le défrichage; iii) l'extraction; iv) l'empilage; v) l'abandon; et, vi) le rétablissement des tourbières et la restauration naturelle de la végétation. En raison du drainage, le CO_2 est le principal gaz à effet de serre émis par les tourbières commerciales et le seul déclaré dans cette catégorie. Les principales sources d'émissions sont l'oxydation rapide de la tourbe exposée, ce qui correspond à des taux d'émission de CO_2 trois fois plus élevés que ceux des tourbières naturelles (Waddington et Warner, 2001) et la décomposition de la tourbe extraite et utilisée hors des tourbières. Ces estimations ont été établies à l'aide d'une méthode de niveau 2, en fonction de coefficients d'émission nationaux dérivés principalement des mesures de flux révélées par de multiples études. Elles englobent les émissions et les absorptions au cours des six phases ainsi que les déperditions de carbone de la tourbe transportée hors site. On trouve à l'annexe 3.5 d'autres précisions sur la méthode d'estimation.

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 les émissions et les absorptions de carbone résultant de l'extraction de tourbe. Les sources d'incertitude les plus importantes sont analysées ci-dessous.

Toutes les mesures de flux servant à dériver les coefficients d'émission ont été prises dans l'est du Canada, ce qui ne fait qu'accentuer l'incertitude des estimations pour l'ouest du Canada.

On ne dispose actuellement d'aucune information à référence spatiale sur les superficies des tourbières aménagées pour l'extraction de tourbe; ces superficies sont donc modélisées d'après les renseignements fournis par l'industrie[7], d'où l'incertitude associée à ces données sur les activités. En outre, le devenir des tourbières abandonnées n'est pas surveillé au Canada; on ne dispose d'aucune information sur les champs de tourbe plus anciens qui pourraient avoir été convertis à d'autres utilisations. C'est pourquoi l'estimation de la superficie des tourbières abandonnées est sans doute excessive.

6.7.1.4. AQ/CQ 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 superficies ont été calculées avec la collaboration de l'Association de la tourbe de sphaigne canadienne.

6.7.1.5. Recalculs

Il n'y a pas de recalculs pour cette catégorie.

7 Gerry Hood, Association de la tourbe de sphaigne canadienne, communication personnelle à D. Blain, Environnement Canada, 2006.

6.7.1.6. Améliorations prévues

On s'efforce d'évaluer les recommandations méthodologiques supplémentaires applicables à l'extraction de tourbe qui sont formulées dans le document intitulé *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Wetlands* (GIEC, 2014).

6.7.2. Terres submergées (catégories 4.D.1.2 et 4.D.2.2 du CUPR)

Cette catégorie englobe théoriquement toutes les terres qui ont été submergées, quel qu'en soit l'objectif. En raison des limitations des données, le présent rapport n'englobe que les grands réservoirs hydroélectriques créés par la submersion de terres. On n'a pas tenu compte des 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 (par exemple le lac Winnipeg au Manitoba; les Grands Lacs).

Depuis 1970, c'est dans les zones de déclaration 4, 5, 7, 8, 10 et 14 que des terres ont été converties en terres submergées. Le total de la superficie ainsi submergée depuis 10 ans ou moins a reculé de 900 kha en 1990 à 90 kha en 2014, année où 52 % des 90 kha de réservoirs mis en eau depuis 10 ans ou moins étaient auparavant boisés (généralement non aménagés).

Les émissions totales des réservoirs sont passées de 4,3 Mt en 1990 à 1,2 Mt en 2014.

6.7.2.1. 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 de défrichage et d'enlèvement de la biomasse avant la mise en eau, 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 au brûlage 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 (Toulnustouc, Eastmain-1, Péribonka), dont les travaux de retenue 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 CO_2 de la surface des réservoirs qui ont été mis en eau. La méthode par défaut pour estimer les émissions des terres submergées présume que la totalité du carbone de la biomasse est immédiatement rejetée (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 ne dure pas très longtemps. On a élaboré une approche propre au Canada, qu'on a utilisée pour estimer les émissions des réservoirs en se basant sur les mesures des flux de CO_2 au-dessus de leur surface (ces mesures étant tirées de multiples études). 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 CO_2. Les émissions de la surface des terres submergées sont déclarées pendant une période de 10 ans après la mise en eau, afin de réduire au minimum toute éventuelle double comptabilisation de la déperdition 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 CO_2 sont calculées pour les réservoirs hydroélectriques dont les terres ont été submergées entre 1981 et 2014.

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.

6.7.2.2. 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 surveiller entièrement le devenir du carbone organique dissous (COD) et de s'assurer qu'il est comptabilisé dans la bonne catégorie de 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.

6.7.2.3. AQ/CQ 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.

6.7.2.4. Recalculs

Même si les données sur les activités pour les terres submergées n'ont pas changé, la catégorie des terres forestières a fait l'objet de changements qui ont modifié le bassin de peuplements forestiers disponibles pour la simulation subséquente des perturbations dans le modèle CBM-CFS3, comme la conversion de terres forestières en terres submergées. Ces effets indirects de la modélisation ont entraîné de légers recalculs sur toute la série chronologique, allant de -75 kt (5 %) en 2004 à +24 kt (1 %) en 2005.

6.7.2.5. Améliorations prévues

Le raffinement des estimations des émissions de CO_2 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 les forêts (comme le pétrole et le gaz, l'exploitation minière).

Dans les établissements dont la vocation n'a pas changé, les arbres des zones urbaines contribuent au bilan national des GES. Selon des estimations pour 2014, les absorptions sont en moyenne de 2,5 Mt.

Pour les besoins de cet inventaire, la catégorie des établissements est divisée en deux : les établissements dont la vocation n'a pas changé (arbres des zones urbaines) et les terres converties en établissements. On a estimé les émissions de deux types de terres converties en établissements : les terres forestières converties en établissements et les terres non forestières converties en établissements dans le nord du Canada. En 2014, 494 kha de terres converties en établissements ont généré des émissions de 6 Mt. La conversion de terres forestières en établissements représente 98 % de ces émissions.

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

Cette catégorie englobe les estimations de séquestration du carbone par les arbres des zones urbaines au Canada. Les estimations des absorptions de CO_2 résultant de la croissance des arbres dans les autres sous-catégories de la catégorie des établissements hors des zones urbaines ne sont pas incluses. Les absorptions totales des arbres des zones urbaines ont été relativement stables tout au long de la série chronologique, à 2,5 Mt. Des estimations sont présentées pour neuf des zones de déclaration les plus méridionales, où se concentrent les principaux centres urbains. Les plus importantes absorptions (66 % 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 CO_2 des arbres des zones urbaines ont été estimées à l'aide d'une méthode de niveau 2 A basée sur la superficie de couvert arboré et tirée des Lignes directrices 2006 du GIEC (GIEC, 2006). On a fait des estimations du couvert

arboré urbain pour 1990 à 2012, pour une portion importante de la superficie urbaine totale, à l'aide d'une approche d'échantillonnage par points. Les points d'échantillonnage ont été interprétés manuellement et classés dans les catégories générales de couvert et de non-couvert arboré, à la lumière de photos aériennes numériques ou d'images satellitaires à haute résolution. Ensuite, on a estimé la superficie totale du couvert arboré à l'aide d'estimations de la superficie du couvert arboré urbain (CVT) et de la superficie urbaine totale, pour chaque période chronologique. On a alors multiplié la superficie estimative du couvert arboré total 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 à la valeur brute. Le facteur de séquestration nette rajustait les estimations brutes pour tenir compte de la décomposition; il en est résulté 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 propre au Canada, basée sur des données prises sur le terrain, on a dérivé une valeur du taux de croissance du couvert arboré national (2,12 t C/ha) à partir de séries de données provenant des États-Unis (Nowak *et al*., 2013), rajustées pour tenir compte de la plus courte saison de croissance moyenne du Canada. Le facteur de séquestration nette du carbone a été estimé à 74 % de la séquestration brute, au vu de l'analyse américaine (Nowak, 2013). L'annexe 3.5 décrit plus en détail cette méthode d'estimation.

6.8.1.3. Incertitude et cohérence des séries chronologiques

L'incertitude des estimations du couvert arboré urbain est estimée 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 au regard des estimations d'incertitude associées à des données visant les États-Unis. L'incertitude totale associée aux estimations du taux net de séquestration du CO_2 des arbres en milieu urbain est de 30 % pour 1990 et 27 % pour 2012. On trouve un complément d'information à l'annexe 3.5.

La même méthodologie et les mêmes coefficients ont été employés pour toute la série chronologique des estimations d'émissions (1990–2014).

6.8.1.4. AQ/CQ 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 analyse de régression linéaire. En outre, 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

Il n'y a eu aucun changement dans les données ou dans la méthode d'estimation des émissions et des absorptions pour cette catégorie, depuis l'année dernière.

6.8.1.6. Améliorations prévues

On continuera de travailler à l'amélioration des estimations des données sur les activités et des coefficients servant à estimer les absorptions brutes et les absorptions nettes.

6.8.2. Terres converties en établissements (catégorie 4.E.2 du CUPR)

6.8.2.1. Description de la catégorie

En 2014, les émissions de cette catégorie ont totalisé 6 Mt. Bien qu'il puisse y avoir plusieurs catégories de terres, y compris des forêts qui ont été converties en établissements, on ne dispose pas actuellement de données suffisantes pour en quantifier la superficie ou les émissions qui y sont associées pour 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 2014, en moyenne, 24 kha de terres forestières ont été converties en établissements chaque année, principalement dans les zones de déclaration des plaines boréales, du Bouclier boréal est, de la Cordillère montagnarde et de la zone maritime de l'Atlantique. La conversion des terres forestières représente 98 % des émissions déclarées dans la présente catégorie. On a mis au point une méthode uniforme 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 dans le Nord canadien, notamment dans les régions arctique et subarctique et dans les zones de déclaration 4, 8, 10 et 13. En 2014, la conversion de terres non forestières en établissements dans le nord du Canada a généré des émissions de 152 kt.. Dans cette catégorie, la source principale d'émissions indiquées dans la zone de déclaration 13, la taïga des plaines, est la conversion de prairies en établissements.

6.8.2.2. Questions de méthodologie (terres non forestières converties en établissements)

La mise en valeur des ressources dans l'immensité du Nord canadien est le facteur déterminant du changement d'affectation des terres. Pour estimer avec exactitude l'effet direct de cette 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 n'est pas une mince affaire, étant donné que la superficie en question couvre plus de 557 Mha, et qu'elle recoupe huit zones de déclaration (2, 3, 4, 8, 10, 13, 17 et 18). Pour toutes les zones de déclaration, sauf la 4 et la 8, on a eu recours à diverses sources d'information pour identifier les régions qui présentent un fort potentiel de changement d'affectation des terres et ainsi rétrécir le domaine d'intérêt géographique. On a ciblé ces régions pour détecter et analyser les changements au moyen de 23 images Landsat et datant d'environ 1985, 1990 et 2000. Les images couvrent plus de 8,7 Mha, soit 56 % de la superficie la plus susceptible de changements d'affectation des terres.

Pour les zones de déclaration 4 et 8, on a mis en œuvre une approche d'amélioration et de délimitation manuelle des changements pour la période 1975-2000 sur l'ensemble de la superficie.

Les émissions couvrent seulement le carbone présent dans la biomasse aérienne avant la conversion. Malgré la publication d'études pertinentes, l'estimation de la densité moyenne ou réelle de biomasse sur une étendue aussi vaste est difficile et elle demeure pleine d'incertitude.

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

Pour ce qui est des terres forestières converties en établissements, se reporter à la sous rubrique correspondante de la section 6.9, Conversion des forêts.

L'incertitude liée à la superficie des terres non forestières converties en établissements dans le nord du Canada est estimée à 20 %; l'incertitude liée à la biomasse sur pied avant la conversion varie entre 33 % et 53 %. On trouvera d'autres précisions à l'annexe 3.5.

6.8.2.4. AQ/CQ 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 ce qui est des terres forestières converties en établissements, se reporter à la sous rubrique correspondante de la section 6.9, Conversion des forêts.

6.8.2.5. Améliorations prévues

Les travaux à venir visant à améliorer les estimations pour cette catégorie mettront l'accent sur l'estimation de la biomasse aérienne pour l'établissement des conditions avant la conversion dans les cas de changements d'affectation des terres dans les régions arctique et subarctique, par la mise à jour des estimations des données sur les activités pour les changements d'affectation des terres dans ces régions au cours de la période postérieure à 2000.

De plus, les améliorations prévues décrites à la section 6.9, Conversion des forêts, auront également des incidences sur cette catégorie (voir la section 6.9.5, Améliorations prévues).

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, en terres humides et en établissements. 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 en estimer l'ampleur, la localisation et l'impact. Une approche uniforme a été utilisée pour tous les types de terres forestières converties, afin de réduire au minimum les omissions et les recoupements, tout en maintenant l'uniformité spatiale dans toute la mesure du possible.

En 2014, la conversion des terres forestières en terres cultivées, en terres humides et en établissements a généré 12 Mt comparativement à 19 Mt en 1990. Cette baisse comprend une réduction des émissions immédiates et résiduelles de 5,0 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 0,6 Mt attribuable à la conversion des terres forestières en établissements. À noter que les valeurs précitées incluent les émissions résiduelles au-delà des 20 ans après la conversion (10 ans pour les réservoirs) 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).

Il faut bien faire la distinction entre les taux annuels de conversion des terres forestières (64 kha en 1990 et 34 kha en 2014) 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. Ils 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 sont donc nettement plus élevés 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 2014, les émissions immédiates (2,5 Mt) ne représentaient que 21 % des émissions totales déclarées attribuables à la conversion des forêts. Le reste est constitué d'émissions résiduelles causées par des déboisements actuels et plus anciens. 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), 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, l'extraction des ressources et le développement hydroélectrique. Ainsi, 42 % de la superficie cumulative de terres forestières converties depuis 1990 a été convertie pour l'expansion agricole (c'est-à-dire conversion de forêts en terres cultivées). Les taux annuels de conversion de forêts en terres cultivées affichent une baisse constante entre 1990 et 2010 (Figure 6–5).

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 29 kha en 2006 et 2007, pour ensuite retomber à 22 kha en 2014 (Figure 6–5), selon les résultats préliminaires pour la nouvelle période de cartographie. Depuis 2000, la catégorie Établissements est devenue le principal moteur de conversion des forêts, puisque plus de 50 % du total de la superficie forestière convertie annuellement a été convertie en établissements, sauf en 2003 et 2006, où d'importants travaux hydroélectriques ont nécessité du déboisement (Figure 6–5). Cette tendance est le reflet d'activités de mise en valeur des ressources, spécialement dans la région des plaines boréales, avec un total de 12,6 kha en 2008. La conversion de forêts pour la mise en valeur des ressources dans cette région a depuis diminué, mais demeure responsable de 30 % de la perte totale de superficie forestière en 2104.

L'occasionnelle mise en eau de vastes réservoirs (p. ex. La Forge 1 en 1993 et Eastman 1 en 2006) peut également convertir de vastes superficies de forêts en terres humides (Figure 6–5). 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.

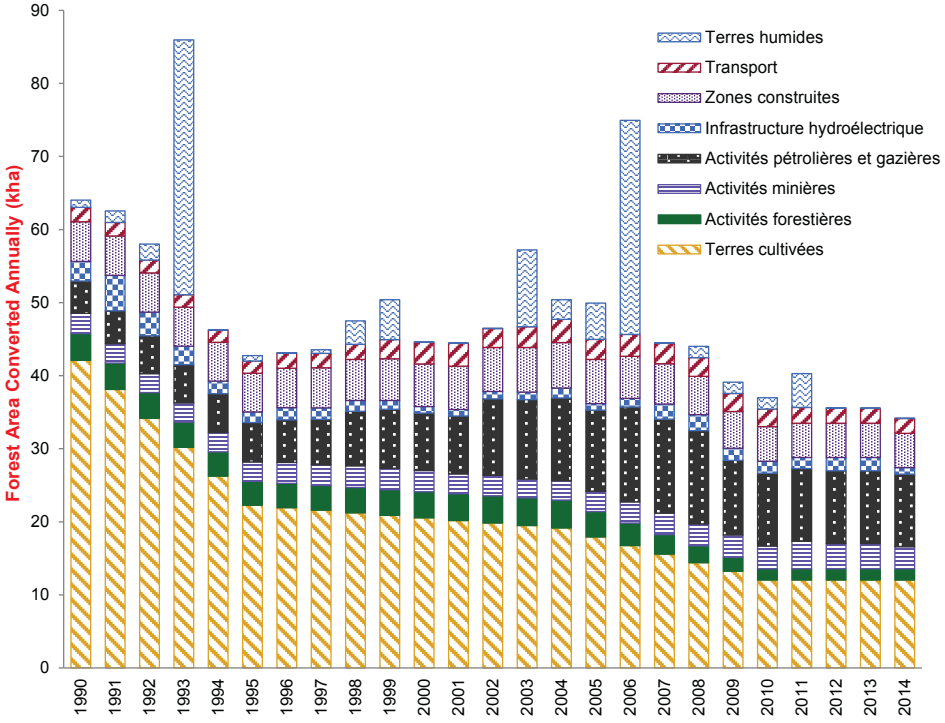
La conversion des terres forestières concerne à la fois les forêts aménagées et non aménagées. Les pertes de forêts non aménagées se produisent surtout dans les zones 4 (taïga du Bouclier est) et 5 (Bouclier boréal est), et sont généralement attribuables à la mise en eau de réservoirs. On en observe aussi, mais dans une moindre mesure, dans la zone de déclaration 8 (plaines de l'Hudson).

6.9.1. Questions de méthodologie

La conversion des forêts en d'autres catégories de terres a été une pratique courante par le passé, mais elle est en déclin au Canada, et ce pour divers facteurs qui agissent 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 pour 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 recoupements.

La démarche adoptée pour estimer les superficies forestières converties en d'autres utilisations repose sur trois grandes sources d'information : l'échantillonnage systématique ou représentatif des images de télédétection, les registres de données et le jugement d'experts. 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 et 2013. 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 considéré 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, on a consulté des experts dans le but de rapprocher les registres et les données de télédétection, et de réduire les écarts apparents existant dans les estimations des superficies entre les périodes 1975-1990, 1990-2000, 2000-2008 et 2008-2013. Une description plus détaillée de la démarche et des sources de données est fournie à l'annexe 3.5.

Figure 6–5 Conversions annuelles de superficies forestières, par affectation des terres finale



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-SPC3 (section 6.3.1.1), 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 MBC-SPC3. 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 ± 30 % est associée aux estimations de la superficie totale de terres forestières converties chaque année au Canada (Leckie, 2011), la valeur vraie de cette superficie, avec un intervalle de confiance de 95 %, se situant, pour 2014, entre 24 kha et 44 kha. 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. AQ/CQ 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). Les calculs, l'utilisation des données des registres et l'avis des experts sont retraçables grâce au système de compilation et documentés. D'autres précisions se trouvent à l'annexe 3.5.

6.9.4. Recalculs

Les nouveaux calculs résultaient principalement de l'utilisation de données actualisées sur les activités pour 2005 à 2013. Dans la communication précédente, les taux de conversion de forêts pour 2004 et les années subséquentes reposaient sur des taux moyens estimés à partir d'une cartographie par télédétection faite pour la période 2000-2008. Le présent rapport intègre une nouvelle période de cartographie (2008-2013) à la méthode employée pour estimer les taux de conversion de forêts, ce qui a permis d'ajouter un quatrième point d'ancrage en 2010. La nouvelle période de cartographie contient des estimations préliminaires des superficies forestières converties, fondées sur les cartes de télédétection. Cet ajout a permis de moins recourir à l'extrapolation de données après 2005 que dans les rapports précédents. Un taux de conversion de forêts constant pour l'après-2010 est postulé dans le cas de l'expansion agricole (terres

cultivées), des activités pétrolières et gazières, et des routes forestières (établissements). Pour les autres facteurs de conversion de forêts, on a recouru au jugement d'experts et à la cartographie intégrale des grands événements pour l'après-2010 (plus de détails à l'annexe 3.5).

Le recours à de nouvelles cartes de télédétection améliore les estimations de la conversion de forêts dans la portion ultérieure de la série chronologique, et permet de déterminer que les taux globaux de conversion de forêts ont davantage diminué dans les dernières années que ne l'indiquaient les estimations précédentes. Entre 2005 et 2013, le total national de superficies de forêts converties a été révisé à la baisse de presque 68 kha.

Les principaux recalculs concernent la superficie de terres forestières annuellement converties en terres cultivées, pour une réduction totale de 45 kha entre 2005 et 2013. De la même façon, il y a eu une baisse des taux annuels de conversion de forêts en établissements (réduction cumulative de 23 kha). Les recalculs effectués pour les superficies converties en établissements étaient principalement attribuables à une baisse, par rapport aux estimations précédentes, des taux de conversion pour les sous-catégories des routes forestières, des municipalités et des activités pétrolières et gazières. À l'inverse, les superficies de forêts converties pour des infrastructures hydroélectriques et des activités minières et industrielles ont fait l'objet d'un recalcul à la hausse.

Les nouveaux calculs ont été plus marqués pour les zones de déclaration des Plaines boréales et du Bouclier boréal est, où les taux de conversion de forêts en 2013 ont diminué. Les recalculs à la baisse observés pour la zone des Plaines boréales s'expliquent au premier chef par une baisse des estimations concernant les superficies de forêts converties pour l'expansion agricole, les transports, les routes forestières et les activités pétrolières et gazières. Dans le Bouclier boréal est, c'est principalement la diminution des estimations pour les routes forestières et l'expansion agricole qui explique les recalculs à la baisse.

Les résultats préliminaires pour la nouvelle période de cartographie ont donné lieu, sur l'ensemble de la période révisée, à des recalculs annuels à la baisse variant entre 0,2 Mt (1,6 %) en 2005 et 1,3 Mt (9.8 %) en 2013. Pour 2013, les émissions ont baissé de 0,8 Mt à cause de la conversion de terres forestières en terres cultivées, et de 0,5 Mt à cause de la conversion de terres forestières en établissements. Les recalculs d'émissions pour les années antérieures à 2005 sont inférieurs à 3 % et sont inhérents au choix aléatoire des peuplements forestiers dans le modèle CBM-CFS3 (voir l'annexe 3.5 pour plus de détails).

6.9.5. Améliorations prévues

L'élaboration des données cartographiques pour la conversion de forêts se poursuit, et l'on intégrera dans cinq à huit ans un nouveau point d'ancrage à la série chronologique sur la conversion de forêts. En outre, on révisera les résultats préliminaires de la nouvelle période de cartographie 2008-2013 en appliquant davantage d'échantillons de cartographie à l'ensemble du territoire canadien, ce qui engendrera des variations mineures dans les estimations actuelles de conversion de forêts.

Chapitre 7

Déchets (secteur 5 du CUPR)

7.1. Aperçu

Ce secteur comprend les émissions imputables au traitement et à l'élimination des déchets. Parmi les sources, on peut citer les décharges de déchets solides (sites d'enfouissement), le traitement biologique des déchets solides, l'incinération et la combustion à l'air libre des déchets ainsi que le traitement et le rejet des eaux usées. Le secteur englobe les émissions de CH_4 imputables à l'évacuation des déchets solides, les émissions de CH_4 et de N_2O résultant du traitement biologique des déchets solides et du traitement des eaux usées ainsi que les émissions de CO_2, de CH_4 et de N_2O attribuables à l'incinération et à la combustion à l'air libre des déchets.

Une grande partie des déchets traités ou éliminés provient de la biomasse. Les émissions de CO_2 attribuables à ces déchets ne sont pas incluses dans les totaux de l'inventaire, mais sont déclarées comme poste pour mémoire. Les émissions de CO_2 d'origine biogène ne sont pas déclarées si elles sont regroupées ailleurs dans l'inventaire ou si les absorptions correspondantes de CO_2 ne sont pas déclarées dans l'inventaire (p. ex. les cultures annuelles). Par conséquent, dans ces situations, 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 par le secteur de l'agriculture et que l'incorporation de ces émissions dans le secteur des déchets entraînerait un déséquilibre. Les émissions de CO_2 du bois et des produits ligneux ne sont pas incluses non plus, car les absorptions de CO_2 dans le secteur de l'affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (ATCATF) sont exclues des totaux nationaux. En revanche, les émissions totales de l'inventaire comprennent les émissions de CH_4 attribuables à la décomposition anaérobie des déchets qui font partie du secteur des déchets.

En 2014, les émissions de gaz à effet de serre (GES) du secteur des déchets ont compté pour 29 Mt dans le total des émissions nationales, comparativement à 26 Mt en 1990, soit une hausse de 9,6 %. Les émissions de ce secteur ont représenté 4,2 % et 3,9 % des émissions canadiennes totales de GES en 1990 et en 2014, respectivement.

Les émissions du sous-secteur de l'enfouissement des déchets solides, qui englobent les émissions combinées provenant des sites d'enfouissement de déchets solides municipaux (DSM) et de déchets ligneux, ont totalisé 26 Mt, ou 91 %, des émissions du secteur en 20143. 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 22 Mt (0,87 Mt de CH_4) en 2014. Pour calculer cette valeur des émissions nettes, on soustrait le volume de CH_4 capté du volume estimatif total de CH_4 produit par le site d'enfouissement, avant d'ajouter la quantité de CH_4 capté qui n'a pas été brûlée par torchage, le cas échéant. D'après les données de 2012-2013 du sondage biennal de 2014, environ 34 % du CH_4 émis par les sites d'enfouissement de DSM canadiens a été capté et brûlé (soit pour produire de l'énergie, soit par torchage). Le prochain sondage biennal d'Environnement Canada sur le captage et l'utilisation des gaz d'enfouissement sera mené au cours du printemps et de l'été 2016 pour les données des années 2014 et 2015. On suppose donc que les résultats du sondage pour 2013 sont les mêmes pour 2014.

Dans l'ensemble, l'augmentation du taux de production de CH_4 dans les sites d'enfouissement de DSM dépend directement de la quantité et de la composition des déchets enfouis, ces paramètres étant quant à eux influencés par la croissance démographique et le revenu moyen disponible des ménages, par les types et les habitudes de consommation et par les taux d'urbanisation. Cette tendance à la hausse est atténuée par les programmes de captage des gaz d'enfouissement, par les projets de détournement des déchets provinciaux et municipaux et par les exportations internationales de DSM. On prévoit qu'à mesure qu'augmentera le nombre de grands sites d'enfouissement « à la fine pointe de la technologie », dotés obligatoirement de

Tableau 7–1 Sommaire des émissions de GES du secteur des déchets, certaines années

Catégorie de source de GES	Émissions de GES (Mt CO_2)							
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Secteur des déchets	26	29	31	29	29	28	28	29
Évacuation des déchets solides	24	26	28	26	26	26	26	26
Traitement biologique des déchets solides	0,8	1	1	1	1	1	1	1
Traitement et rejet des eaux usées	0,87	0,95	0,98	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06
Incinération et combustion à l'air libre des déchets	0,74	0,74	0,70	0,66	0,65	0,54	0,55	0,56

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 (kt d'éq. CO_2)

	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Secteur des déchets							
Présent rapport (2016)	26,0	28,7	30,6	29,0	28,8	28,4	28,4
Rapport précédent (2015)	23,9	26,4	28,1	26,6	26,4	25,6	25,3
Changement net dans les émissions	+2,1	+2,3	+2,4	+2,3	+2,5	+2,8	+3,1
Évacuation des déchets solides							
Présent rapport (2016)	23,6	26,0	27,8	26,2	26,1	25,8	25,8
Rapport précédent (2015)	22,3	24,8	26,5	25,0	24,7	23,9	23,7
Changement net dans les émissions	+1,3	+1,2	+1,4	+1,3	+1,4	+1,9	+2,0
Traitement biologique des déchets solides[2]							
Présent rapport (2016)	0,8	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,0
Rapport précédent (2015)	-	-	-	-	-	-	-
Changement net dans les émissions	+0,8	+1,1	+1,1	+1,1	+1,0	+1,1	+1,0
Incinération et combustion à l'air libre des déchets							
Présent rapport (2016)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,6
Rapport précédent (2015)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5
Changement net dans les émissions	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-0,2	+0,0
Traitement et rejet des eaux usées							
Présent rapport (2016)	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1
Rapport précédent (2015)	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1
Changement net dans les émissions	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	+0,0

Notes :
1. Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.
2. Nouvelle catégorie de sources pour le Canada.
3. Les catégories de sources du Secteur des déchets ayant fait l'objet des plus importants recalculs sont l'évacuation des déchets solides, suivie du traitement biologique des déchets solides.

systèmes de collecte des gaz, une plus forte proportion des gaz d'enfouissement sera captée, ce qui permettra de réduire davantage les émissions de ce secteur. À l'échelle nationale en 2010, près de 33 Mt de déchets non dangereux (résidentiels, institutionnels, commerciaux, industriels, de construction et de démolition) ont été produites. Les projets de détournement des déchets ont vu le jour au début des années 1990. Selon les statistiques nationales de 2012, environ 25 % des déchets sont détournés des sites d'élimination (sites d'enfouissement ou usines d'incinération) (Statistique Canada, 2015b et 2015c), comparativement à 21 % en 2000. Grâce aux initiatives des administrations municipales et provinciales, d'importantes quantités de déchets résidentiels ont été détournées des sites d'élimination. Ainsi, de 2000 à 2010, la part de déchets résidentiels détournés est passée de 19 à 33 %, alors que la proportion détournée des déchets non résidentiels est passée de 22 à 19 % au cours de la même période (Statistique Canada, 2003, 2004, 2007a, 2008a, 2010b et 2013a).

Le Tableau 7–1 donne un aperçu des contributions en GES du secteur des déchets et de ses sous-secteurs pour les années d'inventaire suivantes : 1990, 2000, 2005 et 2010 à 2014.

Pour diverses raisons, telles que la révision des données et l'intégration de nouvelles données sur les activités, la conformité aux *Lignes directrices 2006 du GIEC* et l'utilisation des nouvelles valeurs de potentiel de réchauffement planétaire tirées du quatrième Rapport d'évaluation, plusieurs changements ont été apportés aux estimations indiquées dans le rapport de 2014. Le Tableau 7–1 résume les contributions proportionnelles de ces nouveaux calculs. Une description détaillée des recalculs effectués à la lumière des nouvelles méthodes et des nouvelles données figure dans la section expressément consacrée aux recalculs pour chaque source, dans ce chapitre.

7.2. Évacuation des déchets solides (catégorie 5.A du CUPR)

7.2.1. Description de la catégorie de sources

Les émissions sont estimées pour deux types de sites d'enfouissement au Canada :

- sites d'enfouissement de DSM;
- sites d'enfouissement de déchets ligneux.

Au Canada, la majeure partie des déchets enfouis dans le sol le sont dans des sites d'enfouissement aménagés par les municipalités ou appartenant à des intérêts privés. Il existe très peu, voire aucun, site d'enfouissement qui ne soit pas aménagé. Pour tenter d'isoler les volumes de déchets éliminés dans des sites d'enfouissement non aménagés, Environnement Canada a commandé une étude (CRA, 2011). Après examen toutefois, on

a conclu que l'utilisation de la méthodologie de CRA ne ferait qu'accroître l'estimation d'incertitude pour le secteur. On a donc recouru à la mention « IA » (inclus ailleurs), présentée dans les tableaux du Cadre uniformisé de présentation des rapports, pour les émissions provenant des sites d'enfouissement non aménagés, puisque les quantités totales de déchets enfouis au Canada depuis 1941 sont comptabilisées dans les sites aménagés. Les déchets résidentiels, les déchets institutionnels, commerciaux et industriels (ICI) et les déchets de construction et de démolition (C et D) sont éliminés dans des sites d'enfouissement de DSM. Depuis 15 ans, on a établi des sites d'enfouissement destinés à recevoir les déchets de C et D. En général, ces sites ne nécessitent pas de système de collecte de CH_4, car leur taux de production de méthane est minime vu la faible teneur en matière organique du flux des déchets traités. Cependant, pour améliorer l'exhaustivité des données de cette source d'émissions et l'exactitude des émissions des sites d'enfouissement de DSM, les quantités de déchets incluent maintenant les déchets de construction et de démolition.

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 CH_4 par rapport aux sites d'enfouissement de DSM.

Les émissions des sites d'enfouissement de DSM et de déchets ligneux ont été estimées à l'aide de la méthode de dégradation de premier ordre des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre* (GIEC, 2006), qui met en relation les émissions et le total des déchets biodisponibles enfouis les années précédentes et est appliquée avec un modèle Scholl Canyon.

Le modèle Scholl Canyon, utilisé pour estimer les émissions de CH_4 des sites d'enfouissement canadiens, a été validé de façon indépendante dans le cadre d'une étude réalisée par l'Université du Manitoba (Thompson et al., 2006). On a modifié ce modèle aux fins du présent rapport afin d'y inclure un coefficient de normalisation introduit pour la première fois dans les *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996* (GIEC/OCDE/AIE, 1997), puis corrigé dans la version 2006 des Lignes directrices.

Les gaz d'enfouissement, essentiellement du CH_4 et du CO_2, sont produits par la décomposition anaérobie des déchets organiques. La première phase de ce processus commence généralement 10 à 50 jours après que les déchets aient été placés dans le site. Même si la majorité du CH_4 et du CO_2 est émise durant les 20 années suivant l'enfouissement, les émissions peuvent se poursuivre pendant un siècle ou plus (Levelton, 1991).

Plusieurs facteurs importants propres à chaque site contribuent à la production de gaz dans les limites du site d'enfouissement, notamment les suivants :

- Composition des déchets : La composition des déchets est incontestablement le facteur le plus important qui influe sur les taux et les quantités de gaz d'enfouissement émis. Le volume de gaz d'enfouissement émis dépend du volume de matières organiques enfouies. Le rythme auquel le gaz est émis dépend de la distribution et du type de matière organique dans le site d'enfouissement.
- Teneur en humidité : Comme l'eau est un élément essentiel à la dégradation anaérobie des matières organiques, la teneur en humidité du site d'enfouissement influe sensiblement sur les taux de production de gaz.
- Température : La digestion anaérobie est un processus exothermique. Les taux de croissance des bactéries augmentent avec la température jusqu'à ce qu'un optimum soit atteint. C'est ainsi que les températures des sites d'enfouissement peuvent être supérieures aux températures de l'air ambiant. La mesure dans laquelle ces températures influent sur celle du site d'enfouissement et sur les taux de production de gaz dépend principalement de la profondeur d'enfouissement. Les variations de la température peuvent modifier l'activité des microbes, compromettant du même coup leur capacité de décomposer la matière (Maurice et Lagerkvist, 2003).
- pH et pouvoir tampon : La production de CH_4 dans les sites d'enfouissement est optimale lorsque le pH est neutre. L'activité des bactéries méthanogènes est inhibée dans les milieux acides.
- Disponibilité des éléments nutritifs : Certains éléments nutritifs sont indispensables à la digestion anaérobie, notamment le carbone, l'hydrogène, l'azote et le phosphore. En général, les DSM renferment les éléments nutritifs nécessaires aux populations bactériennes requises.
- Densité des déchets et taille des particules : La taille des particules et la densité des déchets exercent également une influence sur la production de gaz. Le fait de réduire la taille des particules augmente la superficie disponible pour la dégradation et accélère par conséquent le taux de production de gaz. La densité des déchets, qui est essentiellement contrôlée par le compactage des déchets au fur et à mesure de leur enfouissement dans le site, influe sur le transport de l'humidité et des éléments nutritifs dans le site d'enfouissement, ce qui a également un effet sur le taux de production de gaz.

7.2.2. Questions de méthodologie

Le recours à un modèle de dégradation de premier ordre pour estimer le CH_4 résultant de la décomposition des déchets dans les sites d'enfouissement tient compte du fait que les déchets

se décomposent pendant de nombreuses années. Les données relatives au captage des gaz d'enfouissement ont été fournies directement par les propriétaires ou les exploitants de certains sites d'enfouissement pourvus de systèmes de collecte des gaz d'enfouissement.

Pour déterminer les émissions de CH_4, on calcule la quantité de CH_4 produit par la décomposition des déchets enfouis (Équation 7–1) grâce au modèle Scholl Canyon, on soustrait le CH_4 capté par les systèmes de récupération des gaz d'enfouissement, puis on ajoute la quantité de CH_4 non brûlé émis par torchage dans les sites où les gaz d'enfouissement récupérés sont brûlés, en tout ou en partie, sans récupération d'énergie. Les émissions de GES attribuables à la combustion de cette partie des gaz d'enfouissement captés et utilisés pour la production d'énergie sont comptabilisées dans le secteur de l'énergie. L'annexe 3.6 fournit des informations détaillées sur les méthodologies utilisées dans les diverses catégories de ce sous-secteur.

7.2.2.1. Production de CH_4

Équation 7–1:

$$Q_{T,x} = kAM_x L_o e^{-k(T-x)}$$

où :

$Q_{T,x}$	=	quantité de CH_4 produit au cours de l'année considérée (T) par la Mx de déchets, exprimée en kt de CH_4 par année
x	=	année de l'entrée des déchets
M_x	=	quantité de déchets enfouis au cours de l'année x, exprimée en Mt
k	=	constante du taux de production de CH_4, exprimée par année
A	=	coefficient de normalisation ((1/e-k)-1)/k)
L_0	=	potentiel de production de CH_4, exprimé en kg de CH_4/t de déchets
T	=	année courante

Équation 7–2:

$$Q_T = \sum Q_{T,x}$$

où :

Q_T	=	quantité de CH_4 produit au cours de l'année courante (T), exprimée en kt de CH_4 par année

Pour calculer les émissions nettes de chaque année, on prend la somme de $Q_{T,x}$ de chaque section de déchets enfouis les années précédentes (Équation 7–2) et l'on soustrait le gaz capté dans chaque province. Un modèle informatisé a été conçu pour estimer les émissions globales à l'échelle régionale (par province et territoire) au Canada. La valeur des émissions nationales de CH_4 est le total des émissions de toutes les régions. Le Canada postule que le méthane ne subit aucune oxydation lorsqu'il remonte et traverse la couche de couverture finale des sites d'enfouissement. Cela est attribuable au très grand nombre et à la diversité d'emplacement et de conception des sites d'enfouissement abandonnés, fermés et actifs qui sont pris en compte par le Canada entre 1941 et aujourd'hui. Il existe peu de documentation historique sur les sites d'enfouissement abandonnés et les anciens sites fermés. C'est pourquoi, au vu de cette incertitude et de la probable absence de couche de couverture finale naturelle ou artificielle pour la majorité des sites d'enfouissement abandonnés ou anciens sites fermés, on a décidé de postuler un facteur d'oxydation de zéro.

Déchets enfouis chaque année, ou masse des rebuts (M_x)

Sites d'enfouissement de DSM

Pour les besoins de l'inventaire, les DSM comprennent les déchets résidentiels, les déchets institutionnels, commerciaux et industriels ainsi que les déchets de construction et de démolition. Deux sources principales ont été utilisées pour obtenir des données sur les sites d'enfouissement et la production de déchets en vue de l'inventaire des GES. La quantité de DSM enfouis entre les années 1941 et 1990 a été estimée par Levelton (1991). Pour les années 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008 et 2010, les données sur l'élimination des DSM proviennent de l'*Enquête de l'industrie de la gestion des déchets* (EIGD) réalisée tous les deux ans par Statistique Canada (Statistique Canada, 2000, 2003, 2004, 2007a, 2008a, 2010b et 2013a). Le tableau CANSIM 153-0041 (Statistique Canada, 2015c), qui présente les données des enquêtes d'appoint servant à l'établissement de l'EIGD, a été utilisé pour les données d'élimination de 2012, puisque l'EIGD n'était pas publié officiellement. Pour les années impaires intermédiaires (1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011), les valeurs de l'élimination des DSM, y compris les DSM enfouis et incinérés, ont été obtenues en faisant la moyenne des années paires correspondantes. On a extrapolé les quantités de déchets enfouis en 2013 et 2014 en appliquant la fonction Tendance de Microsoft Excel aux données de 2009 à 2012, obtenues de l'EIGD. Les quantités de déchets incinérés et exportés ont été soustraites des quantités de déchets éliminés de Statistique Canada afin d'obtenir la quantité de DSM enfouis durant la période 1998-2014. Les données relatives aux quantités de déchets exportés sont présentées à l'annexe 3.6. Pour la période 1991-1997, à l'exception de l'Île-du-Prince-Édouard, des Territoires du Nord-Ouest, du Nunavut et du Yukon, on a estimé les quantités éliminées à l'aide d'une interpolation faisant appel à une approche de régression linéaire multiple appliquée aux valeurs d'enfouissement des DSM de Levelton (1991) et de Statistique Canada (2000, 2003, 2004). Les valeurs pour l'Île-du-Prince-Édouard, les Territoires du Nord-Ouest, le Nunavut et le Yukon pour la période 1991-2014 ont été obtenues en calculant les tendances historiques des données sur les sites d'enfouissement en fonction de la population des provinces pour 1971-2014

(Statistique Canada, 2006, 2015a). Les quantités de déchets importées au Canada sont prises en compte dans l'EIGD , puisque les installations déclarent tous les déchets éliminés sur place, qu'ils proviennent du Canada ou de l'étranger.

Sites d'enfouissement de déchets ligneux

Ensemble, la Colombie-Britannique, le Québec, l'Alberta et l'Ontario sont responsables de l'enfouissement de 93 % de tous les déchets ligneux au Canada (RNCan, 1997). Le volume de déchets ligneux enfouis entre 1970 et 1992 a été estimé à l'échelle nationale en fonction de la base de données nationale sur les résidus ligneux (RNCan, 1997). Les données des années 1998 et 2004 proviennent de publications ultérieures (RNCan, 1999, 2005). On a effectué une analyse des tendances par régression linéaire afin d'interpoler le volume de déchets ligneux enfouis au cours des années 1991-1997, et on a utilisé une extrapolation exponentielle pour les années 1999-2013.

Constante (k) du taux de production de CH_4

La constante cinétique k est une estimation du premier ordre du taux de production de CH_4 après l'enfouissement des déchets. La valeur de k dépend de quatre grands facteurs : la teneur en humidité, la température, la disponibilité des éléments nutritifs et le pH. On estime que, dans un site d'enfouissement de DSM typique, les conditions relatives aux éléments nutritifs et au pH sont respectées, et que ces facteurs ne sont donc pas limitatifs. Dans de nombreuses régions du Canada, on observe des températures inférieures à 0 oC pendant une période pouvant aller jusqu'à sept mois par année et des températures inférieures à –30 oC (Thompson et al., 2006); toutefois, les observations indiquent que la température ambiante n'a pas d'effet sur le taux de décomposition dans les sites d'enfouissement (Maurice et Lagerkvist, 2003; Thompson et Tanapat, 2005). En outre, les variations saisonnières de température dans les déchets sont minimes lorsqu'on les compare aux écarts de température dans l'atmosphère (Maurice, Lagerkvist, 2003). À partir de deux mètres de profondeur, la température des déchets enfouis est indépendante de la température ambiante. Des expériences menées sur le terrain au Canada ont démontré que l'écart dans la production de CH_4 dans les sites d'enfouissement entre les mois d'hiver et les mois d'été est négligeable (Bingemer et Crutzen, 1987; Thompson et Tanapat, 2005). C'est pourquoi, de tous ces facteurs, c'est la teneur en humidité qui influe le plus sur les sites d'enfouissement canadiens, et ce paramètre dépend, dans une large mesure, des précipitations annuelles que reçoivent les sites d'enfouissement.

Sites d'enfouissement de DSM

Les valeurs de k qui ont servi à estimer les émissions attribuables aux sites d'enfouissement de DSM proviennent d'une étude réalisée par Environnement Canada. Cette étude s'appuie sur les données provinciales sur les précipitations entre 1941 et 2007 (Environnement Canada, 1941-2007). Les précipitations moyennes annuelles ont été calculées aux endroits où il y avait des sites d'enfouissement importants durant la période 1941-1990 (Levelton, 1991). Les valeurs de k sont liées aux précipitations; en présumant que la teneur en humidité d'un site d'enfouissement est directement fonction des précipitations annuelles, on a déterminé, à partir de ces valeurs de précipitations, les valeurs de k correspondantes à l'aide d'une relation établie par le Research Triangle Institute (RTI) pour l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (RTI, 2004). Le RTI a attribué des valeurs de décomposition par défaut de moins de 0,02/an, 0,038/an et 0,057/an aux régions où les précipitations annuelles totalisent moins de 20 pouces/an (< 500 mm), entre 20 et 40 pouces/an (de 500 à 1 000 mm; moyenne de 750 mm) et plus de 40 pouces/an (> 1 000 mm), respectivement. La représentation graphique de ces valeurs de décomposition par défaut et des données sur les précipitations a permis de dégager une relation linéaire. À partir de cette relation et des données des précipitations moyennes provinciales d'Environnement Canada pour les années 1941 à 2007, on a calculé les taux moyens de décomposition dans les sites d'enfouissement par province pour trois périodes correspondant à celles utilisées pour calculer les valeurs du potentiel de production de méthane (L_0), soit 1941-1975, 1976-1989 et 1990-2007 (Environnement Canada, 1941-2007). On suppose que les valeurs de k provinciales établies pour 1990-2007 s'appliquent aussi pour la période de 2008 à 2014.

Pour étayer l'applicabilité au Canada de la relation établie par le RTI, on a comparé les données sur la composition des déchets enfouis respectivement aux États-Unis et au Canada. Aucune différence marquée n'a été observée, y compris pour les déchets organiques (papier et carton, résidus de table, résidus de jardin et bois).

Les valeurs de k provinciales et territoriales entre 1941 et 2014 sont indiquées au Tableau 7–3.

Tableau 7–3 Estimations des valeurs de k des sites d'enfouissement de DSM pour chaque province et territoire

Séries chronologiques	NL	PE	NS	NB	QC	ON	MB.	SK	AB	BC	NT et NU	YT
1941–1975	0,075	0,056	0,076	0,06	0,053	0,041	0,020	0,01	0,012	0,082	0,001	0,001
1976–1989	0,080	0,062	0,079	0,063	0,057	0,047	0,017	0,009	0,012	0,082	0,002	0,001
1990–2014	0,078	0,061	0,075	0,059	0,059	0,046	0,019	0,012	0,012	0,083	0,003	0,002

Note : On suppose que les valeurs estimées pour la période de 1990 à 2014 demeurent constantes.

Sites d'enfouissement de déchets ligneux

En se fondant sur la valeur par défaut recommandée par le National Council for Air and Stream Improvement, Inc. pour estimer les émissions de CH_4 attribuables aux sites d'enfouissement de l'industrie de transformation du bois, on a présumé qu'une valeur de 0,03/an représentait la constante k du taux de production de CH_4 pour l'ensemble des sites d'enfouissement de déchets ligneux du Canada (NCASI, 2003).

Potentiel de production de CH_4 (L_0)

Sites d'enfouissement de DSM

L_0 est une fonction du carbone organique dégradable (COD), déterminée par la composition des déchets. Les valeurs de L_0 théoriques et mesurées varient de 4,4 à 194 kg de CH_4/t de déchets (Pelt *et al*., 1998). Sur la série chronologique utilisée pour la portion du modèle d'estimation des émissions relative aux DSM, soit entre 1941 et 2014, on a utilisé trois L_0 différents pour représenter des périodes distinctes marquées, selon les études, par des changements significatifs de la composition des déchets. Pour assurer l'uniformité avec les quantités utilisées dans le modèle Scholl Canyon, le calcul des L_0 tenait compte des caractéristiques des trois sources de DSM : résidentiels; institutionnels, commerciaux et industriels; construction et démolition. Chaque fraction, exprimée en pourcentage (A, B, C et D; voir l'équation 7-4), est déterminée à partir des quantités combinées des trois sources de déchets susmentionnées pour chacune des fractions, dans le calcul du COD total.

Les niveaux de COD des provinces et des territoires ont été calculés à partir des valeurs de la composition des déchets pour trois périodes distinctes : 1941-1975, 1976-1989 et 1990-2014. Ces intervalles correspondent à ceux utilisés pour le calcul de la constante k du taux de production de CH_4. En se servant des données sur la composition des déchets pour l'année 2002 (RNCan, 2006), on a calculé les niveaux de COD et posé l'hypothèse qu'ils sont restés constants pendant toute la période 1990-2014. Puisque les programmes de réacheminement des déchets étaient peu importants avant 1990, on a élaboré un autre ensemble de niveaux de COD, de façon à représenter la composition des déchets dans les sites d'enfouissement de 1976 à 1989, en combinant les données sur la composition des déchets des sites d'enfouissement de RNCan à celles de 2004 sur la composition des déchets recyclés de Statistique Canada (Statistique Canada, 2007a). Afin de couvrir la période 1941-1975, on a élaboré un troisième ensemble de niveaux de COD à partir d'une étude nationale de 1967 (CRC Press, 1973). Le tableau 7-4 présente un résumé des valeurs de L_0 pour les provinces et les territoires pendant les trois périodes. Comme point de comparaison, on donne également le pourcentage de déchets organiques détournés dans l'ensemble des provinces canadiennes en 2002. À mesure que les méthodes d'élimination des déchets évolueront au Canada et que de nouvelles données seront disponibles, les valeurs de L_0 seront rajustées en conséquence.

La valeur de L_0 a été calculée au moyen de la méthodologie qui figure dans les *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996* (GIEC/OCDE/AIE, 1997) (Équation 7–3) en utilisant les données provinciales sur la composition des déchets pour calculer le carbone organique dégradable (COD) :

Équation 7–3:

$$L_o = FCM \times COD \times COD_F \times F \times \frac{16}{12} \times \frac{1000\ kg\ CH_4}{t\ CH_4}$$

où :

L_0	=	potentiel de production de CH_4 (kg de CH_4/t de déchets)
FCM	=	facteur de correction du CH_4 (fraction)
COD	=	carbone organique dégradable (t de C/t de déchets)
COD_F	=	fraction de COD dissimilé
F	=	fraction de CH_4 dans les gaz d'enfouissement
16/12	=	coefficient de stoechiométrie

Le facteur de correction du méthane (FCM) des sites d'enfouissement aménagés a une valeur de 1,0 (GIEC/OCDE/AIE, 1997). La fraction de CH_4 (F) émis par un site d'enfouissement varie de 0,4 à 0,6, et on présume qu'elle est de 0,5. Une valeur de COD_F de 0,6 a été choisie parmi la plage par défaut de 0,5 à 0,6 recommandée par le GIEC (2000). Cette valeur de COD_F reflète mieux les faibles concentrations de lignine dans les DSM, puisque la majorité des déchets ligneux de l'industrie des pâtes et papiers et des scieries se retrouve dans des sites d'enfouissement réservés aux déchets ligneux.

Le calcul du COD est fondé sur la portion biodégradable des DSM obtenue au moyen de l'équation 3.7 du volume 5 des Lignes directrices du GIEC (GIEC, 2006), où la teneur par défaut en COD, exprimée en pourcentage de déchets humides, provenait du tableau 2.4 (GIEC, 2006) :

Équation 7–4:

$$COD = (0{,}4 \times A) + (0{,}2 \times B) + (0{,}15 \times C) + (0{,}43 \times D)$$

où :

A	=	fraction de DSM constituée de papier et de textiles
B	=	fraction de DSM constituée de déchets de jardin ou de parc
C	=	fraction de DSM constituée de déchets alimentaires
D	=	fraction de DSM constituée de bois ou de paille

Tableau 7–4 Potentiel de production de CH_4 (L_0) de 1941 à aujourd'hui

Province/Territoire	Déchets organiques détournés en 2002 (%)	1941 to 1975		1976 to 1989		1990 to Present	
		COD	L_o (kg de CH_4/t de déchets)	COD	L_o (kg de CH_4/t de déchets)	COD	L_o (kg de CH_4/t de déchets)
Terre-Neuve-et-Labrador	NA	0,31	122,50	0,19	75,07	0,19	74,94
Île-du-Prince-Édouard	NA	0,28	112,86	0,17	67,37	0,16	63,77
Nouvelle-Écosse	29,70	0,27	107,30	0,16	63,28	0,16	63,84
Nouveau- Brunswick	19,80	0,25	99,35	0,17	67,29	0,16	64,11
Québec	13,70	0,39	154,54	0,21	82,91	0,20	81,62
Ontario	16,40	0,37	149,72	0,21	83,48	0,21	83,51
Manitoba	4,90	0,35	139,26	0,19	77,74	0,19	77,65
Saskatchewan	4,30	0,38	151,65	0,22	86,32	0,22	86,55
Alberta	16,70	0,29	114,23	0,19	74,63	0,19	74,18
Colombie-Britannique	23,30	0,28	112,39	0,18	71,74	0,17	66,91
Territoires (Yn, NT et Nu)	NA	0,23	93,26	0,15	60,11	0,17	66,14

Sources : Toutes les valeurs sont calculées à partir des données obtenues auprès de RNC (2006), de Statistique Canada (2007a) et de CRC Press (1973), à l'exception des chiffres sur le détournement des déchets organiques en 2002 qui proviennent de Thompson et al. (2006).
S.O. = Information sur la catégorie non disponible.

Sites d'enfouissement de déchets ligneux

L'Équation 7–3 a donné une valeur de L_0 de 115 kg de CH_4/t de déchets ligneux, qui a servi à estimer les émissions des sites d'enfouissement de déchets ligneux au moyen du modèle Scholl Canyon. On suppose, à la lumière de l'information disponible, que tous les sites d'enfouissement de déchets ligneux sont des sites d'enfouissement profonds non aménagés. On a utilisé les valeurs par défaut du GIEC pour le facteur de correction du CH_4 – sites d'enfouissement profonds non aménagés (FCM = 0,8), la fraction de CH_4 dans les gaz d'enfouissement (F = 0,5) et la fraction de COD dissimilée (COD_F = 0,5), en retenant l'extrémité inférieure de la plage par défaut des déchets qui contiennent de la lignine (GIEC/OCDE/AIE, 1997). On a présumé que les déchets étaient composés à 100 % de déchets ligneux pour calculer la fraction de COD dans l'Équation 7–4.

7.2.2.2. Gaz d'enfouissement captés

Une partie des gaz d'enfouissement produits dans les sites d'enfouissement de DSM est captée et brûlée par torchage ou afin de produire de l'énergie. Les gaz d'enfouissement ne sont pas captés dans les sites d'enfouissement de déchets ligneux. La combustion du gaz d'enfouissement transforme le CH_4 des gaz d'enfouissement en CO_2, ce qui entraîne une réduction des émissions de CH_4. On calcule les émissions nettes de CH_4 dans les sites d'enfouissement en soustrayant la quantité de CH_4 captée, fournie par les responsables de ces sites, de la quantité de CH_4 produit, estimée à l'aide du modèle Scholl Canyon. Afin de tenir compte de l'inefficacité de la combustion par torchage, on additionne à ce résultat la quantité de CH_4 capté qui passe par les torchères sans être brûlé. Le gaz ainsi capté est entièrement ou partiellement torché ou brûlé pour produire de l'électricité ou de la chaleur. Les émissions de GES attribuables à l'utilisation des gaz d'enfouissement pour la récupération d'énergie sont comptabilisées dans le secteur de l'énergie.

On s'est servi d'un taux de rendement de la combustion par torchage du CH_4 des gaz d'enfouissement de 99,7 % pour déterminer la quantité de CH_4 qui échappe au torchage. Cette valeur provient du tableau 2.4.3 du chapitre 2.4 de l'AP 42 de l'Agence de protection de l'environnement (EPA) des États-Unis (EPA, 1995). Les quantités de gaz d'enfouissement captées entre 1983 à 1990, en 1995 et en 1997 ont été obtenues d'une unité d'Environnement Canada[1]. Ce document, expédié par le Bureau national de la prévention de la pollution (BNPP) d'Environnement Canada, résume les données provinciales sur la collecte des gaz d'enfouissement tirées du rapport Levelton (Levelton, 1991) pour les années 1983 à 1990 et des deux enquêtes internes du BNPP pour les années 1995 et 1997. Les données pour la période 1991-1996 ont été interpolées à partir des séries de données pour 1990, 1995 et 1997 (Environnement Canada, 2003d). Les données pour la période de 1997 à 2003 ont été recueillies aux deux ans directement auprès des exploitants de sites d'enfouissement par le BNPP d'Environnement Canada (Environnement Canada, 1997, 1999b, 2001, 2003a). Depuis 2006, soit à partir de l'année de déclaration 2005, c'est la Division des inventaires et rapports sur les polluants d'Environnement Canada qui effectue ce relevé de données (Environnement Canada, 2007, 2009, 2011a, 2013a et 2014a). Les données relatives au captage des gaz d'enfouissement sont recueillies chaque année impaire; pour les besoins de l'inventaire national de GES, les données qui s'appliquent aux années paires subséquentes sont tirées de la moyenne des années impaires, à compter de 1997. Cependant, depuis le sondage de 2008, la Division recueille des données

1 M. E. Perkin. 1998. Communication personnelle (courriel de M. E. Perkin à Frank Neitzert, de la Division des gaz à effet de serre, datée du 15 juillet 1998). Bureau national de prévention de la pollution, Environnement Canada.

sur deux années aux deux ans, les données de 2006-2007, de 2008-2009, de 2010-2011 et de 2012-2013 ayant été recueillies auprès des installations en 2008, 2010, 2012 et 2014 respectivement (Environnement Canada, 2009, 2011a, 2013, 2014a). Comme les données pour 2014 n'étaient pas disponibles, on a supposé qu'elles étaient identiques à celles de 2013. Les données de 2014 et 2015 seront recueillies lors de l'enquête biennale menée en 2016.

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

L'analyse qui suit sur l'incertitude des catégories de ce secteur se fonde sur les résultats déclarés dans le cadre d'une étude de quantification de l'incertitude du RIN par ICF Consulting (2004). Cette évaluation de niveau 2 du degré d'incertitude utilise les valeurs de l'année d'inventaire 2001 (Environnement Canada, 2003b). Toutefois, comme les conclusions de l'étude ont conduit à modifier la méthodologie, les coefficients d'émission et les sources d'information, les résultats pourraient ne pas refléter fidèlement l'incertitude entourant les émissions de ce sous-secteur et les intrants du modèle. Les améliorations apportées devraient se traduire par une diminution du degré d'incertitude relatif à ce sous-secteur.

Les émissions de CH_4 attribuables à cette catégorie clé sont celles des sites d'enfouissement de DSM et des sites d'enfouissement de déchets ligneux. On estime que l'incertitude associée aux émissions de CH_4 par l'ensemble des sous-secteurs se situe entre –35 % et +40 %, ce qui est très proche de l'incertitude de –40 % à +35 % estimée dans l'étude pour les émissions de CH_4 attribuables aux sites d'enfouissement de DSM. La plage d'incertitude fournie par l'étude d'ICF Consulting (2004) n'est qu'à peine supérieure à l'intervalle de ±30 % estimé avec un intervalle de confiance de 90 % dans une étude préalable, fondée sur une méthode de niveau 1 reposant sur les données de 1990 (McCann, 1994). À noter cependant que la plage d'incertitude de l'étude d'ICF Consulting (2004) est assortie d'un intervalle de confiance de 95 %, ce qui est supérieur à la plage mentionnée pour un intervalle de confiance de 90 %.

Les sites d'enfouissement de DSM représentent plus de 90 % des émissions totales de CH_4 imputables à cette catégorie clé en 2001 (Environnement Canada, 2003b). Les estimations du degré d'incertitude pour les émissions de CH_4 provenant des sites d'enfouissement de DSM semblent, dans une large mesure, avoir subi l'influence de l'incertitude des valeurs du potentiel de production de CH_4 (L_0) de l'inventaire pour les périodes 1941-1989 et 1990-2001 et de la constante k du taux de production de CH_4, où le degré d'incertitude des valeurs k et L_0 reposait sur l'estimation d'un expert.

Bien que la plage d'incertitude estimée dans la présente étude pour les sites d'enfouissement de déchets ligneux soit significativement plus large (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 (moins de 10 %) (Environnement Canada, 2003b). L'estimation du degré d'incertitude relatif aux sites d'enfouissement de déchets ligneux semble avoir subi, dans une large mesure, l'influence du taux de production de CH_4, de la teneur en carbone des déchets enfouis et de la fraction biodégradable des déchets, les degrés d'incertitude ayant été établis par ICF Consulting (2004) d'après les *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre — Version révisée 1996* (GIEC/OCDE/AIE, 1997) ou les R*ecommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux* (GIEC, 2000), le cas échéant.

Les estimations sont établies de manière cohérente dans le temps.

7.2.4. AQ/CQ et vérification

Le processus de contrôle de la qualité a consisté à s'assurer que toutes les données sur les activités et toutes les mises à jour méthodologiques avaient été incorporées au modèle. Cela comprenait l'inclusion des données révisées obtenues à partir du plus récent sondage sur le captage des gaz d'enfouissement et la correction d'un lien de formule pour la valeur Lo dans la portion déchets ligneux du modèle concernant le Secteur des déchets. Tous les liens étaient valides, et les cellules visées par ces liens ont été 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 durant la série chronologique pour détecter les changements importants non étayés qui peuvent être le signe d'une erreur de manipulation des données.

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 1990-2013 de manière à tenir compte :

- des révisions apportées aux données de l'enquête sur le captage et l'utilisation des gaz d'enfouissement de DSM (2010–2013);
- de l'inclusion des données de 2012 et des données révisées de 2010 sur les DSM éliminés, tirées de l'EIGD de Statistique Canada;
- des corrections apportées à l'année 1990 quant aux volumes de DSM enfouis en Ontario, au Québec, en Colombie-Britannique et en Nouvelle-Écosse en raison d'une erreur dans la combinaison des quantités incinérées et des quantités exportées;

- d'un rajustement des volumes de DSM enfouis à l'Île-du-Prince-Édouard, pour prendre en compte les volumes incinérés dans cette province (1990–2013);
- d'un rajustement des volumes de DSM enfouis, faisant suite à la correction d'un lien dans le modèle qui comptabilise maintenant les quantités exportées du Québec, de l'Ontario et de la Colombie-Britannique qui étaient manquantes pour la série chronologique 1990–1997;
- d'un rajustement des volumes de DSM enfouis à l'Île-du-Prince-Édouard, au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest et au Nunavut entre 1993 et 1998, à la suite d'un raffinement de la méthode d'interpolation;
- de la soustraction, des données sur les volumes éliminés, des données du rapport Levelton (1991) sur l'incinération des DSM afin d'obtenir les volumes enfouis pour les années 1941 à 1990; antérieurement, les quantités éliminées selon le rapport Levelton étaient considérées comme égales aux quantités enfouies;
- d'un rajustement des données sur les volumes de DSM éliminés interpolées de 1991 à 1997, en raison d'un raffinement de la méthode d'ajustement de la courbe;
- d'une correction au lien de formule pour la valeur L_0 des déchets ligneux, où l'on dérive L_0 en appliquant la valeur par défaut du GIEC 2006 pour la teneur en carbone du bois;
- de révisions mineures apportées aux valeurs des populations provinciales de 2012 à 2013 par Statistique Canada dans sa publication *Estimations démographiques annuelles : Canada, provinces et territoires*.

Ensemble, ces changements ont donné lieu à des hausses d'émissions de 2,5 % à 8,6 % dans ce sous-secteur durant toute la série chronologique, comparativement au dernier rapport.

7.2.6. Améliorations prévues

On a entrepris une étude pluriannuelle en vue d'effectuer un examen actuel des valeurs récentes de la composition des DSM dans les zones urbaines et rurales de l'ensemble des territoires et des provinces. Cette étude vise à actualiser le pourcentage de types particuliers de déchets dans les sites d'enfouissement de DSM à l'échelle provinciale, avec comparaison entre zones urbaines et zones rurales, pour mettre à jour les valeurs de COD des déchets en vrac pour les dernières années. Les nouvelles données sur la composition des déchets serviront aux estimations du CH_4 dans le RIN 2017. En outre, et parallèlement à l'application des équations du GIEC 2006 pour l'estimation du CH_4, le Canada examinera dans son prochain RIN la possibilité d'appliquer à ses sites d'enfouissement (actifs, fermés et abandonnés) le coefficient d'oxydation par défaut du GIEC.

Les prochains sondages internes biennaux sur le captage et l'utilisation des gaz d'enfouissement et sur l'exportation des déchets sont prévus pour le printemps/l'été 2016.

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 le compostage et la digestion anaérobie dans les installations de biogaz. De nombreuses municipalités canadiennes recourent au compostage centralisé, et certaines mettent en place des installations de digestion anaérobie centralisées pour réduire la quantité de matière organique vouée à l'enfouissement. 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. Plus de la moitié des ménages canadiens (61 %) s'adonnent à une certaine forme de compostage. Parmi ce 61 %, 63 % des ménages qui compostaient les déchets de jardin et 60 % de ceux qui compostaient les déchets de cuisine utilisaient des systèmes de collecte en bordure des rues, tandis que les autres employaient un bac à compostage, une pile de compostage ou une autre méthode (Statistique Canada, 2013b). Conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC, les émissions de CO_2 résultant du traitement biologique des déchets solides ne sont pas incluses dans les totaux de l'inventaire.

7.3.2. Questions de méthodologie

Les émissions de gaz à effet de serre provenant du compostage sont présentées pour la première fois cette année dans le RIN. Statistique Canada produit des données sur le compostage dans les documents Enquête sur l'industrie de la gestion des déchets : secteur des entreprises et des administrations publiques (Statistique Canada, 2000, 2003, 2004, 2007a, 2008a, 2010b, 2013a, 2015b) et Les ménages et l'environnement (Statistique Canada, 2013b). L'Enquête sur l'industrie de la gestion des déchets : secteur des entreprises et des administrations publiques couvre les installations de traitement des déchets exploitées par les administrations publiques, de même que les entreprises privées considérées comme offrant des services de gestion et d'assainissement des déchets. Malgré l'existence de données sur les pourcentages de ménages qui pratiquent le compostage centralisé et le compostage domestique, on ignore actuellement la quantité de déchets organiques traités par compostage domestique.

Outre l'absence de données quantitatives sur le compostage domestique, on a constaté, dans l'établissement des estimations d'émissions pour le compostage centralisé, que certaines grandes installations industrielles de compostage du secteur privé n'ont peut-être pas été identifiées comme offrant des services de

traitement et d'assainissement des déchets (c'est-à-dire qu'elles peuvent utiliser une autre matière première de compostage que les DSM), et ont donc été exclues des données de Statistique Canada.

Au vu des problèmes exposés ci-dessus, on a appliqué une méthode de niveau 1 faisant appel à une fraction par défaut des déchets compostés et éliminés, en se basant sur le tableau 2A.1, chapitre 2, du volume 5 des Lignes directrices 2006 du GIEC. La quantité de déchets compostés a été établie à 19 % des déchets produits, tandis que la quantité de déchets produits a été calculée à partir de la fraction par défaut de déchets éliminés, soit 71 % des déchets produits.

Les émissions de gaz à effet de serre issues de la digestion anaérobie dans le Secteur des déchets ne sont actuellement pas estimées. À notre connaissance, ces émissions au Canada sont limitées, malgré la croissance du nombre de digesteurs anaérobie en construction et en activité.

7.3.2.1. Production de CH_4

Les émissions de CH_4 provenant du traitement biologique des déchets solides ont été estimées à l'aide d'une méthode de niveau 1 fondée sur l'équation 4.1, chapitre 4, du volume 5 des Lignes directrices 2006 du GIEC. Le coefficient d'émission par défaut de CH_4 sur base de déchets humides a été fixé à 4 g CH_4/kg de déchets, conformément au tableau 4.1, chapitre 4 du volume 5 des Lignes directrices 2006 du GIEC. On a supposé qu'aucune récupération de CH_4 n'était effectuée.

7.3.2.2. Production de N_2O

Les émissions de N_2O provenant du traitement biologique des déchets solides ont été estimées à l'aide d'une méthode de niveau 1 fondée sur l'équation 4.2, chapitre 4 du volume 5 des Lignes directrices 2006 du GIEC. Le coefficient d'émission par défaut de N_2O sur base de déchets humides a été fixé à 0,3 g N_2O/kg de déchets, conformément au tableau 4.1, chapitre 4 du volume 5 des Lignes directrices 2006 du GIEC.

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

Les incertitudes combinées pour les émissions de CH_4 et de N_2O 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. 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 directrices2006 du GIEC.

7.3.4. AQ/CQ et vérification

Le processus de contrôle de la qualité consistait à s'assurer, dans le modèle, que tous les liens étaient valides et que les cellules visées par ces liens étaient remplies. Les données sur les déchets éliminés, à partir desquelles sont dérivées les quantités compostées, ont également fait l'objet d'un processus d'AQ/CQ et de vérification, décrit à la section 7.2.4.

7.3.5. Recalculs

Aucun recalcul n'a été effectué pour cette catégorie. Il s'agit toutefois de la première fois où l'inventaire du Canada englobe le compostage.

7.3.6. Améliorations prévues

On a mené des travaux préliminaires pour recueillir des données sur les activités commerciales de compostage et pour estimer les activités résidentielles de compostage. On prévoit mener des études plus approfondies pour confirmer pour confirmer les données sur les activités commerciales et pour évaluer la validité et la robustesse de la méthode d'estimation des activités résidentielles.

On prévoit également mener d'autres études pour obtenir des données sur les activités concernant la digestion anaérobie des déchets solides au Canada.

7.4. Incinération et combustion à l'air libre des déchets (catégorie 5.C du CUPR)

7.4.1. Description de la catégorie de sources

L'inventaire couvre l'incinération des déchets solides municipaux, des déchets dangereux, des boues d'épuration et des déchets 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'épuration qui doivent être épandues sur le sol.

Les émissions de GES provenant des incinérateurs varient selon divers facteurs, comme 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.

7.4.1.1. Incinération des DSM

La chambre de combustion d'un incinérateur de DSM caractéristique se compose d'une grille sur laquelle les déchets sont brûlés et d'un écran d'eau (si l'on récupère l'énergie) ou d'un revêtement

réfractaire (dans le cas contraire). Les GES émis par les incinérateurs de DSM sont entre autres du CO_2, du CH_4 et du N_2O.

Conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC, les émissions de CO_2 résultant de la combustion des déchets de la biomasse ne sont pas incluses dans les émissions totales de l'inventaire. Les seules émissions de CO_2 incluses résultent des déchets de carbone provenant des combustibles fossiles, comme les plastiques et le caoutchouc.

D'après les conclusions d'un récent rapport commandé par Environnement Canada (CRA, 2011), les émissions de CH_4 attribuables aux incinérateurs canadiens de DSM sont négligeables.

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 gaz à effets de serre émis par ces sources sont le CO_2, le N_2O et le CH_4. Les valeurs des émissions 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 en 2006, 2008, 2010, 2012 et 2014 (Environnement Canada, 2014b).

7.4.1.3. Incinération des boues d'épuration

Au Canada, on utilise deux types différents d'incinérateurs de boues d'épuration : les incinérateurs à soles étagées et les incinérateurs à lit fluidisé. Dans les deux cas, les boues d'épuration sont partiellement essorées avant d'être incinérées. L'essorage se fait généralement par centrifugation ou par filtre-presse. À l'heure actuelle, des municipalités de l'Ontario et du Québec exploitent des incinérateurs de boues d'épuration. Parmi les GES émis lors de l'incinération de ces boues figurent le CO_2, le CH_4 et le N_2O, comme c'est le cas lors de l'incinération des DSM. Toutefois, comme les boues contiennent du carbone d'origine biogène, les émissions de CO_2 ne sont pas prises en compte dans les totaux provenant de cette source dans l'inventaire.

7.4.1.4. Incinération des déchets cliniques

Au Canada, trois grands incinérateurs centralisés de déchets cliniques (situés au Nouveau-Brunswick, en Ontario et en Alberta) produisaient 94,3 % des émissions de gaz à effet de serre de cette source en 2014. L'autre 5,7 % provient d'un certain nombre de petits incinérateurs d'hôpital et d'incinérateurs exploités par le gouvernement du Canada. Le CO_2, N_2O et le CH_4 sont les gaz à effet de serre émis par cette source.

Conformément aux Lignes directrices 2006 du GIEC, les émissions de CO_2 provenant de la combustion des résidus de la biomasse ne sont pas incluses dans les totaux de l'inventaire. Les seules émissions de CO_2 exposées dans cette section sont les émissions provenant des déchets carbonés à base de combustibles fossiles, comme les plastiques et le caoutchouc.

7.4.2. Questions de méthodologie

La méthode d'estimation des émissions dépend du type de déchets et des gaz émis. L'annexe 3.5 présente une analyse plus détaillée des méthodologies utilisées.

7.4.2.1. Émissions de CO_2

Incinération des DSM

Une méthode de niveau 1 faisant appel à l'équation 5.2 (GIEC, 2006) est employée pour calculer les émissions de CO_2 résultant de l'incinération des déchets à base de combustibles fossiles (comme les plastiques et le caoutchouc). La méthode en trois étapes qui suit été mise au point :

- *Calcul du volume des déchets incinérés* : On a estimé le volume des déchets incinérés chaque année au moyen d'une analyse de régression utilisant les données d'une étude d'Environnement Canada (1996) qui présente des données provinciales détaillées sur l'incinération pour l'année 1992, et d'une étude réalisée par A.J. Chandler & Associates Ltd. pour Environnement Canada, qui fournit des données relatives à l'incinération pour les années 1999, 2000 et 2001 (Environnement Canada, 2003c).
- *Définition des coefficients d'émission* : Les coefficients d'émission de CO_2 des provinces reposent sur l'hypothèse que le carbone présent dans les déchets subit une oxydation complète pour se transformer en CO_2. La quantité de carbone provenant des combustibles fossiles qui est disponible dans les déchets incinérés a été déterminée selon les pourcentages massiques du carbone (Tchobanoglous *et al*., 1993). On estime la quantité de carbone par tonne de déchets et on la convertit en tonnes de CO_2 par tonne de déchets en la multipliant par le rapport entre la masse moléculaire du CO_2 et la masse moléculaire du carbone.
- *Calcul des émissions de CO_2* : On a calculé les émissions à l'échelon provincial en multipliant la quantité de déchets incinérés par le coefficient d'émission applicable.

Incinération des déchets dangereux

Les émissions de CO_2 ont été estimées d'après les quantités de déchets dangereux incinérées pour la série chronologique 1990-2014. 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 (tableau 5.6, GIEC, 2000).

Incinération des boues d'épuration

Le CO_2 produit par l'incinération des boues d'épuration n'est pas déclaré dans les totaux des émissions de l'inventaire étant donné que ces boues sont entièrement constituées de matière biogène.

Incinération de déchets cliniques

Les émissions de CO_2 ont été estimées à partir des quantités de déchets cliniques incinérés durant la série chronologique 1990-2014. La méthode d'estimation applique aux déchets 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 (tableau 5.2, chapitre 5, du volume 5 des Lignes directrices 2006 du GIEC).

7.4.2.2. Émissions de N_2O et de CH_4

Incinération des DSM

Les émissions de N_2O attribuables à l'incinération des DSM ont été estimées à l'aide de la méthode de niveau 1 (GIEC/OCDE/AIE, 1997). On a établi un coefficient moyen en présumant que les coefficients du GIEC relatifs aux incinérateurs à cinq dispositifs d'alimentation mécanique étaient les plus représentatifs. Pour estimer les émissions, le coefficient ainsi calculé a été multiplié par la quantité de déchets incinérés dans chaque province. D'après les conclusions d'un récent rapport commandé par Environnement Canada (CRA, 2011), les émissions de CH_4 des incinérateurs canadiens de DSM sont négligeables.

Incinération des déchets dangereux

On a estimé les émissions de N_2O et de CH_4 à partir des coefficients d'émission tirés de données propres à chaque site fournies par les installations, qui ont été jugées plus représentatives que les valeurs par défaut du GIEC. Les données de chaque site comprenaient les quantités de déchets dangereux traités à l'installation et les émissions cumulatives mesurées de N_2O et de CH_4 pour 2009 (Environnement Canada, 2011b). Les coefficients d'émission qui en résultent sont de 3,16 × 10-3 kt N_2O/kt de déchets et de 1,69 × 10^{-4} kt CH_4/kt de déchets.

Incinération des boues d'épuration

Les émissions produites par l'incinération des boues d'épuration dépendent de la quantité de solides séchés incinérés. Pour calculer les émissions de CH_4, on multiplie cette quantité par un coefficient d'émission approprié pour chaque province. Les estimations de la quantité de solides séchés dans les boues d'épuration incinérées au cours des années 1990-1992 reposent sur une étude réalisée en 1994, comme indiqué dans une communication personnelle avec W. Fettes en février 1994. Les données relatives aux années 1993-1996 proviennent de sondages téléphoniques effectués auprès d'installations qui incinèrent des boues d'épuration. Les données relatives aux années 1997 et 1998 proviennent d'une étude préparée pour Environnement Canada (Environnement Canada, 1999a). Les données sur les activités relatives à 1999, 2000 et 2001 proviennent d'une autre étude réalisée pour le compte d'Environnement Canada (Environnement Canada, 2003c). Pour estimer la quantité de boues d'épuration incinérées au cours des années 2002-2014, on a procédé à une analyse de régression en utilisant les valeurs d'incinération indiquées dans le plus récent rapport d'étude.

Les émissions de CH_4 ont été estimées en prenant pour base des coefficients d'émission extraits d'une publication de l'EPA des États-Unis intitulée Compilation of Air Pollutant Emission Factors (EPA, 1995). On présume que l'incinération des boues d'épuration se fait dans des incinérateurs à lit fluidisé. Le coefficient d'émission est donc de 1,6 t de CH_4/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 N_2O attribuables à l'incinération des boues d'épuration ont été estimées à l'aide du coefficient d'émission par défaut du GIEC pour les lits fluidisés, soit 0,8 kg de N_2O/t de boues d'épuration séchées incinérées (GIEC, 2000). Pour estimer les émissions, le coefficient ainsi calculé 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.

Incinération des déchets cliniques

Les émissions de CH_4 et de N_2O provenant de l'incinération des déchets 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 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 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 cliniques au Canada, en partie parce qu'aucun incinérateur de déchets cliniques à lit fluidisé n'a été recensé au Canada.

Les coefficients d'émission de CH_4 par défaut, indiqués au tableau 5.3, chapitre 5 du volume 5 des Lignes directrices 2006 du GIEC, pour l'incinération continue dans un foyer mécanique et l'incinération par lot (soit 0,2 kg/Gg de déchets et 60 kg/Gg de déchets, respectivement) ont été appliqués aux divers incinérateurs selon le cas. De la même façon, on a appliqué les coefficients d'émission de N_2O par défaut indiqués au tableau 5.6, chapitre 5 du volume 5 des Lignes directrices 2006 du GIEC pour l'incinération continue dans un foyer mécanique et l'incinération par lot, soit 50 g N_2O/t de déchets et 60 g N_2O/t de déchets.
Degré d'incertitude et cohérence de la série chronologique

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

L'analyse qui suit sur l'incertitude des catégories de ce sous-secteur se fonde sur les résultats déclarés dans le cadre d'une étude de quantification de l'incertitude du RIN canadien sur les GES (ICF Consulting, 2004). Cette évaluation de niveau 2 du degré d'incertitude utilise les valeurs de l'année d'inventaire 2001 (Environnement Canada, 2003b). Toutefois, comme les résultats de cette étude sur l'incertitude ont entraîné des modifications à la méthodologie, aux coefficients d'émission et aux sources d'information, ils pourraient ne pas refléter fidèlement l'incertitude entourant les émissions de ce sous-secteur et les intrants du modèle. Les améliorations apportées devraient se traduire par une diminution du degré d'incertitude relatif à ce sous-secteur.

On estime que l'incertitude globale associée à la catégorie de l'incinération des déchets se situe entre -12 % et +65 %. Pour les estimations de l'inventaire de 2001, l'incertitude des tendances associées aux émissions totales de GES (CO_2, CH_4 et N_2O) résultant de l'incinération des déchets (DSM et boues d'épuration) 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 2014 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.

L'étude d'ICF Consulting de 2004 n'incluait pas l'incinération des déchets dangereux et des déchets cliniques ni les émissions de N_2O provenant de l'incinération des boues d'épuration. On a donc calculé séparément ces aspects, en recourant à la méthode de propagation d'erreur. L'incertitude globale associée à l'incinération des déchets cliniques est de 30 % pour les émissions de CO_2 et de 107 % pour les émissions de CH_4 et de N_2O. L'incertitude globale associée à l'incinération des déchets dangereux est de 94 % pour les émissions de CO_2 et de 107 % pour les émissions de CH_4 et de N_2O. L'incertitude globale associée aux émissions de N_2O provenant de l'incinération des boues d'épuration 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.AQ/CQ et vérification

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 (données relatives aux déchets dangereux tirées du plus récent sondage sur l'incinération des déchets), 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.

7.4.5. Recalculs

On a procédé à de nouveaux calculs mineurs en ce qui a trait à l'incinération des DSM afin de tenir compte de données démographiques révisées de Statistique Canada pour 2012 et 2013 (Statistique Canada, 2015a). Les autres recalculs étaient imputables :

- à une correction dans la formule du modèle relative à l'incinération des déchets dangereux au Québec en 2011;
- à un rajustement plus raffiné de la courbe polynomiale pour les quantités de DSM incinérés en 1991 et de 1993 à 1997 dans toutes les provinces, sauf l'Île-du-Prince-Édouard et les trois territoires;
- à une correction des quantités incinérées au Québec en 1990, pour qu'elles cadrent avec les données du rapport Levelton;
- au fait que la tendance des données sur l'incinération de DSM dans l'Île-du-Prince-Édouard et en Nouvelle-Écosse entre 2002 et 2013 est maintenant établie avec les données des années 1999 à 2001 plutôt que 1998 à 2001, pour se conformer à la méthodologie employée pour les autres provinces.

Le résultat global de ces modifications varie entre une baisse de 24 % et une hausse de 1,6 % des émissions de ce sous-secteur, comparativement au dernier rapport.

7.4.6. Améliorations prévues

Les émissions des incinérateurs à déchets où l'énergie est récupérée seront attribuées au secteur de l'énergie.

Le prochain sondage biennal sur les activités d'incinération est prévu pour le printemps/l'été 2016. Des sondages sur l'incinération auprès des installations avaient été effectués en 2008, 2010, 2012 et 2014. Le Canada prévoit utiliser la méthodologie et les coefficients d'émission mis à jour pour estimer les

émissions de N_2O de cette catégorie (voir le tableau 5.4, volume 5, section 5.4.3).

7.5. Rejet et traitement des eaux usées (catégorie 5.D du CUPR)

7.5.1. Description de la catégorie de sources

Au Canada, les eaux usées municipales et industrielles peuvent faire l'objet d'un traitement aérobie ou anaérobie. Le traitement anaérobie produit du CH_4, qui est en général contenu et brûlé dans les systèmes à digestion anaérobie. Les émissions de CH_4 des systèmes aérobies sont présumées négligeables. Les deux types de systèmes de traitement rejettent du N_2O lors de la nitrification et de la dénitrification de l'azote des eaux usées.

Les systèmes de traitement aérobie et anaérobie produisent également du CO_2. Toutefois, comme nous l'avons vu à la section7.1, les émissions de CO_2 imputables à la décomposition de la matière organique ne sont pas comprises dans les estimations nationales totales.

La méthode d'estimation des émissions résultant du traitement des eaux usées municipales s'intéresse à deux aspects : le CH_4 résultant du traitement anaérobie des eaux usées et le N_2O résultant du traitement des eaux d'égout résidentielles.

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

7.5.2.1. Émissions de CH_4

Traitement des eaux usées municipales

Une méthode propre au pays conçue pour Environnement Canada (AECOM Canada, 2011) a servi à établir un coefficient d'émission qui convient de façon optimale aux données disponibles sur les activités. En se basant sur la quantité de matière organique produite par personne au Canada et sur la transformation de la matière organique en CH_4, on a estimé que le traitement anaérobie des eaux usées pouvait émettre 1,97 kg de CH_4/personne par an. Des renseignements supplémentaires sur la méthodologie utilisée sont fournis à l'Annexe 3.6. La valeur Bo de capacité maximale de production de méthane adoptée par le Canada, soit 0,36 kg CH_4/kg DBO_5, est inférieure à la valeur par défaut (0,6 kg CH_4/kg DBO) figurant au Tableau 6.2, section 6.2.2.2 du volume 5 des Lignes directrices 2006 du GIEC. Si le Canada n'a pas utilisé cette valeur Bo par défaut, c'est qu'on l'a jugée erronée. Comme discuté dans le rapport AECOM, la valeur Bo par défaut des Lignes directrices du GIEC (0,6 kg CH_4/g DBO) a été dérivée de façon erronée du ratio 2,5 COD_{total}/DBO_5. Même si le ratio est correct, la valeur Bo est la masse de méthane produit par masse de COD dégradé. Il faut donc multiplier Bo par le ratio COD_b (le COD qui peut être biologiquement dégradé)/DBO_5, et non le ratio COD_{total}/DBO_5. Le rapport AECOM souligne que la fourchette typique de la DBO_5 se situe entre 70 % et 80 % de la DBO_u (DBO ultime), la norme généralement acceptée dans l'industrie étant 68 % de la DBOU. En appliquant cette valeur, le rapport AECOM indique que le ratio typique DBOu/DBO_5 (ou CODb/DBO_5) est de 1,47/1. Par conséquent, la valeur Bo devrait être 0,25 g CH_4/g COD_b × 1,47 g COD_b/g DBO_5 = 0,36 kg CH_4/kg DBO_5 dégradé. Les Lignes directrices 2000 et 2006 du GIEC contenaient donc deux erreurs dans le calcul de Bo. Premièrement, elles ne différenciaient pas le COD dégradable et le COD total; deuxièmement, elles convertissaient Bo à l'aide des valeurs individuelles de COD_b et de DBO_5, à l'aide du ratio COD_{total}/DBO_5.

Pour calculer les émissions de CH_4, on multiplie le coefficient d'émission par la population de chaque province (Statistique Canada, 2006, 2015a) et par la fraction des eaux usées qui fait l'objet d'un traitement anaérobie.

Traitement des eaux usées industrielles

Environnement Canada mène aux deux ans des sondages au niveau des installations pour connaître les émissions de méthane des installations industrielles traitant leurs effluents sur place par voie anaérobie. Le dernier sondage couvrait la série chronologique 1990-2013. Les données pour 2014 et 2015 seront recueillies en 2016. Pour l'année 2014, on a postulé que les données de 2013 demeuraient constantes durant l'année suivante. Lorsqu'il a été impossible d'obtenir des données réelles mesurées, on a utilisé les normes de conception des installations en question pour estimer les émissions maximales prévues. Une description complète de la méthodologie utilisée est fournie à l'annexe 3.6.

7.5.2.2. Émissions de N_2O

Traitement des eaux usées municipales

Pour calculer le coefficient d'émission de N_2O, on multiplie la consommation annuelle de protéines par personne, la teneur présumée en azote des protéines (16 %), la quantité d'azote du N_2O (N_2O-N) par unité d'azote des eaux d'épuration (0,01 kg de N_2O-N/kg d'azote des eaux d'épuration) et le facteur de conversion du N_2O/N_2O-N (1,57). Les estimations de la consommation de protéines, en kg/personne/an, proviennent d'un rapport statistique annuel sur les aliments publié par Statistique Canada (Statistique Canada, 2007b, 2008b, 2010a). Les valeurs relatives à

la consommation de protéines utilisées sont celles rajustées pour tenir compte des pertes qui peuvent survenir dans les magasins et les foyers et au moment de la cuisson et du service à la table, conformément aux recommandations d'AECOM Canada (2012). Ce rapport fournit les données des années 1991 et 1996 ainsi que pour la période de 2001 à 2009. L'estimation de la consommation de protéines pour les années manquantes est faite à partir de l'application d'une régression linéaire multiple aux données de Statistique Canada. En l'absence de données actuelles, parce que Statistique Canada a cessé de publier le rapport sur les aliments, les valeurs de 2010-2014 relatives à la consommation de protéines ont été extrapolées au moyen d'une fonction de croissance.

On a calculé les émissions en multipliant le coefficient d'émission par la population de chaque province (Statistique Canada, 2006, 2015a). Le Tableau 7–5 donne un aperçu des valeurs de ces deux paramètres pour la série chronologique.

Tableau 7–5 Coefficients d'émission de N_2O

Year	Annual Per Capita Protein Consumption (kg protein/person per year)	N_2O Emission Factor (kg N_2O/ person per year)
1990	23.82	0.060
1991	24.16	0.061
1992	24.29	0.061
1993	24.53	0.062
1994	24.77	0.062
1995a	25.01	0.063
1996a	25.04	0.063
1997a	25.50	0.064
1998a	25.75	0.065
1999a	26.01	0.065
2000a	26.26	0.066
2001b	26.63	0.067
2002b	26.57	0.067
2003b	26.19	0.066
2004b	26.35	0.066
2005c	25.96	0.065
2006c	25.93	0.065
2007c	26.20	0.066
2008c	25.64	0.064
2009c	25.50	0.064
2010c	25.47	0.064
2011c	25.34	0.064
2012c	25.22	0.063
2013c	25.09	0.063
2014c	24.97	0.063

Sources: [a]Statistics Canada (2007b), [b]Statistics Canada (2008b) and [c]Statistics Canada (2010a). The data have been adjusted to account for retail, household, cooking and plate loss.

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

Traitement des eaux usées municipales

L'analyse qui suit sur l'incertitude des catégories de ce secteur se fonde sur les résultats déclarés dans le cadre d'une étude de quantification de l'incertitude du RIN canadien sur les GES (ICF Consulting, 2004). Cette évaluation de niveau 2 du degré d'incertitude utilise les valeurs de l'année d'inventaire 2001 (Environnement Canada, 2003b). Toutefois, comme les conclusions de l'étude ont conduit à modifier la méthodologie, les coefficients d'émission et les sources d'information, les résultats pourraient ne pas refléter fidèlement l'incertitude entourant les émissions de ce sous-secteur et les intrants du modèle. Les améliorations apportées devraient se traduire par une diminution du degré d'incertitude relatif à ce sous-secteur.

On estime que l'incertitude globale associée au sous-secteur du traitement et du rejet des eaux usées se situe entre -40 % et +55 %. 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 2014 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.

Comme les méthodes et les sources de données sont demeurées inchangées durant toute la série chronologique, les estimations pour cette catégorie sont cohérentes au fil du temps.

7.5.4. 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 (données tirées du plus récent sondage sur les eaux usées industrielles), 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.

7.5.5. Recalculs

On a fait de nouveaux calculs très mineurs pour le traitement et le rejet des eaux usées, afin de prendre en compte les révisions démographiques de Statistique Canada pour 2012 et 2013 (Statistique Canada, 2015a). On a révisé les données sur le traitement des eaux usées municipales, pour ce qui est des émissions nationales de méthane provenant du traitement anaérobie, en utilisant une moyenne pondérée des valeurs provinciales et territoriales, fondée sur la population, plutôt qu'une simple moyenne.

Cela a modifié toute la série chronologique 1990–2013. Le résultat global de ces modifications s'échelonnait entre une baisse de $2,1 \times 10^{-3}$ % et une hausse de $2,5 \times 10^{-3}$ % des émissions de ce sous-secteur, comparativement au dernier rapport.

7.5.6. Améliorations prévues

Le prochain sondage biennal sur les installations de traitement des eaux usées industrielles aura lieu à l'été 2016.

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 qui permet d'assurer que les informations fournies sont aussi complètes, cohérentes, comparables, exactes et transparentes que possible. Afin de faciliter la compréhension globale des changements effectués et de leur incidence sur les niveaux et les tendances des émissions, la section 8.1 de ce chapitre résume tous les nouveaux calculs utilisés pour l'inventaire de GES de cette année, y compris une analyse par secteur et par gaz. 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 nouveaux calculs sur les niveaux et les tendances des émissions

Les bonnes pratiques en matière de préparation d'inventaire exigent des Parties visées à l'annexe I qu'elles améliorent continuellement la qualité de leur inventaire national de GES. 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 la compilation de l'inventaire national. À mesure que de nouvelles informations et des données sont disponibles et que des méthodes plus précises sont mises au point, les estimations doivent être mises à jour pour produire une tendance cohérente et comparable en matière d'émissions et d'absorptions.

Par conséquent, on s'attend à ce que de nouveaux calculs soient produits chaque année, pour différentes raisons, dont les suivantes :

i) la correction des erreurs détectées par les procédures de contrôle de la qualité;

ii) l'incorporation des mises à jour des données sur les activités, y compris les changements des sources de données;

iii) la réaffectation des activités dans différentes catégories (ce changement ne touche cependant que les sous-totaux);

iv) l'amélioration des méthodes et des coefficients d'émission;

v) l'inclusion de catégories non ciblées auparavant (ce qui accroît l'exhaustivité de l'inventaire);

vi) les recommandations issues des examens de la 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 la plupart des années, comme le montre la Figure 8–1. Les recalculs ayant eu lieu cette année sont principalement dus à des mises à jour des données sur les activités et des statistiques sur l'énergie fournies par Statistique Canada, à des réattributions des émissions ou à des améliorations progressives mineures. La tendance entre 1990 et 2013 fait maintenant état d'une hausse de 19,3 % des émissions totales de GES depuis 1990, au lieu de l'accroissement de 18,5 % déclaré auparavant. La tendance entre 1990 et 2014 révèle une hausse de 19,5 % des émissions de GES.

Les recalculs les plus importants ont eu lieu en 2012 et en 2013 et ont abouti à des totaux nationaux révisés supérieurs de 3,1 Mt (0,44 %) et de 5,4 Mt (0,74 %) par rapport aux valeurs déclarées dans le RIN 2015 (715 Mt et 726 Mt par rapport à 718 Mt et 731 Mt) (Tableau 8–1 et Figure 8–2).

Bien que les émissions et les absorptions relatives au secteur de l'Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (ATCATF) ne soient pas incluses dans le calcul des totaux nationaux, il est important de noter que des recalculs ont également eu lieu pour ce secteur. Ces recalculs étaient principalement dus à la mise en œuvre d'une meilleure représentation de la récolte de bois de chauffage résidentiel dans l'écosystème forestier, à la modification des paramètres qui définissent la sélection de la récolte et les critères de tri pour les peuplements forestiers et à l'utilisation de données sur les activités mises à jour pour la conversion des forêts depuis 2005 sur la base d'une analyse géospatiale. L'effet cumulatif de ces recalculs sur les estimations du secteur ATCATF a entraîné une légère baisse de 0,3 Mt des puits calculés pour 1990, une baisse de 16 Mt des sources calculées en 2005 et une augmentation de 15 Mt des puits calculés en 2013.

Figure 8–1 Comparaison des tendances des émissions (RIN 2015 par rapport au RIN 2016)

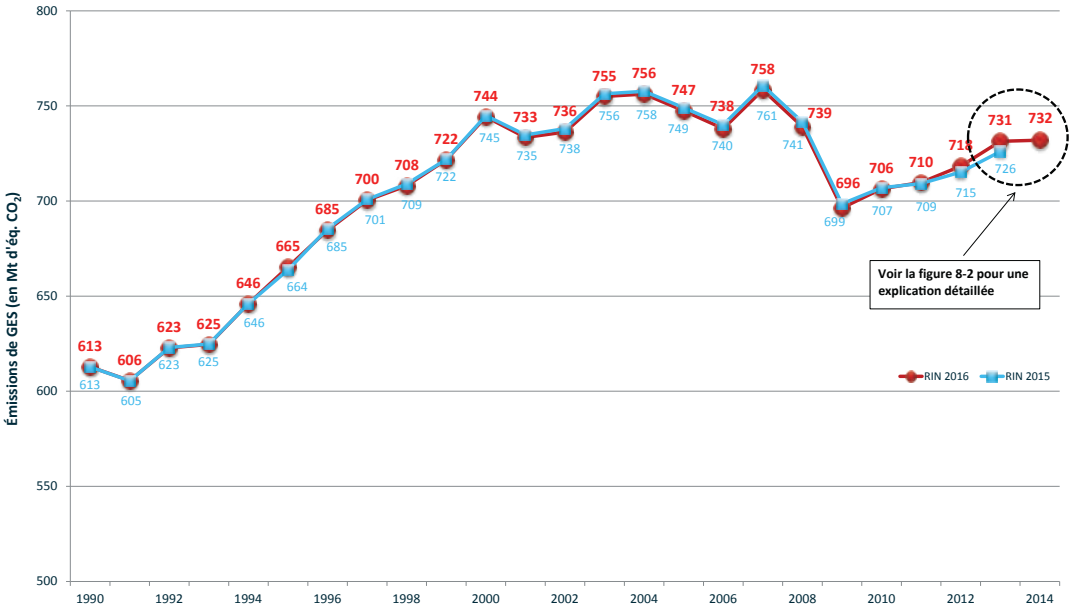
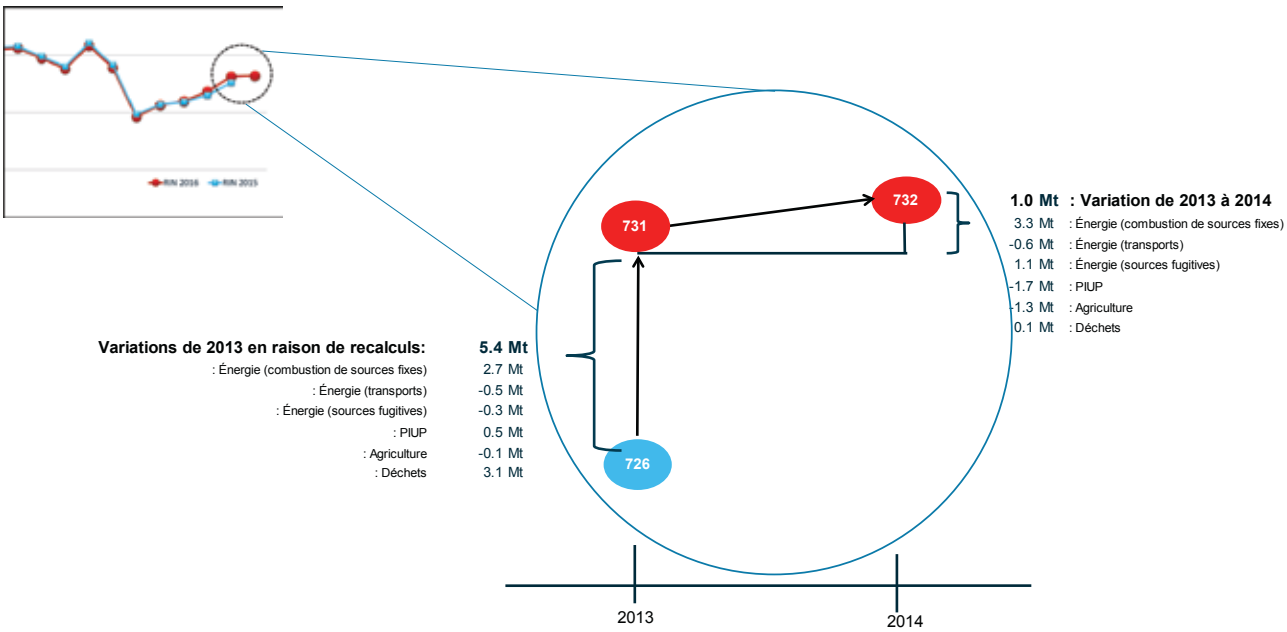


Tableau 8–1 Sommaire des recalculs du Rapport d'inventaire national de 2016 (à l'exception du secteur ATCATF)

TOTAL NATIONAL	Émissions annuelles (kt d'éq. CO_2)								Tendance	
	1990	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	(1990-2013)	(2005-2013)
Rapport antérieur (RIN 2015)	612 745	744 876	749 024	698 540	707 031	709 222	715 213	726 051	18,5%	-3,1%
Rapport actuel (RIN 2016)	612 866	744 241	747 458	696 312	706 403	709 764	718 347	731 424	19,3%	-2,1%
Variation des émissions :	121	- 635	- 1 566	- 2 228	- 628	543	3 134	5 373	-	-
Variation totale : %	**0,02%**	**-0,09%**	**-0,21%**	**-0,32%**	**-0,09%**	**0,08%**	**0,44%**	**0,74%**	**-**	**-**

Figure 8–2 Explication des variations entre 2013 (dans le rapport antérieur) et 2014 (dans le rapport actuel)



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 toute la série chronologique des estimations annuelles (de 1990 à la dernière année de déclaration). Il importe que la série chronologique soit cohérente pour éviter de confondre un changement de méthodologie avec un véritable changement des émissions et des absorptions de GES.

Les nouveaux calculs effectués cette année ont donné lieu à des changements aux données déclarées sur les émissions et les absorptions dans tous les secteurs du GIEC (Énergie, Procédés industriels et utilisation des produits [PIUP], Agriculture, ATCATF et Déchets) et sous-secteurs de l'énergie (Combustion de sources fixes, Transports et Sources fugitives) ainsi que pour toutes les années comprises dans la série chronologique (1990-2013).

Les révisions pour 2013 sont plus élevées par rapport à celles de toutes les autres années, en raison de la révision des statistiques sur l'énergie de Statistique Canada ayant résulté en une augmentation de 5,2 Mt, principalement dans le secteur de l'exploitation et de la production de pétrole et de gaz en amont, qui a été partiellement compensée par des recalculs à la baisse dans d'autres secteurs. En outre, des changements et des améliorations dans les données sous-jacentes et les méthodologies de quantification ont donné lieu à une augmentation des émissions du secteur des déchets pour toutes les années de la série chronologique (Tableau 8–2).

Dans le secteur ATCATF, des recalculs ont également eu lieu dans la catégorie des produits ligneux récoltés (PLR) en raison de corrections d'erreurs dans les paramètres de modélisation (teneur en humidité du bois industriel et proportion de fibres récupérables) et d'une modification des coefficients d'émission de la combustion à des fins de cohérence avec le secteur de l'énergie. En conséquence, les émissions totales de la catégorie des produits

Tableau 8–2 Sommaire des recalculs par catégorie

	Émissions annuelles (kt d'éq.CO_2)								Tendance	
	1990	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013	(1990-2013)	(2005-2013)
ÉNERGIE (combustion de sources fixes)										
Rapport antérieur (RIN 2015)	287 962	354 662	344 178	317 750	318 471	321 042	320 174	325 245	12,9%	19,5%
Rapport actuel (RIN 2016)	285 360	352 129	341 872	315 632	316 852	319 584	320 844	327 908	14,9%	19,8%
Variation des émissions : kt d'éq. CO_2	- 2 602	- 2 534	- 2 306	- 2 118	- 1 619	- 1 459	669	2 663	-	-
%	-0,9%	-0,7%	-0,7%	-0,7%	-0,5%	-0,5%	0,2%	0,8%	-	-
ÉNERGIE (transports)										
Rapport antérieur (RIN 2015)	147 871	181 882	195 255	189 971	199 688	199 303	198 991	204 070	38,0%	32,0%
Rapport actuel (RIN 2016)	147 788	181 487	194 522	189 201	198 895	198 572	198 164	203 602	37,8%	31,6%
Variation des émissions : kt d'éq. CO_2	- 83	- 395	- 733	- 770	- 793	- 730	- 827	- 468	-	-
%	-0,1%	-0,2%	-0,4%	-0,4%	-0,4%	-0,4%	-0,4%	-0,2%	-	-
ÉNERGIE (sources fugitives)										
Rapport antérieur (RIN 2015)	48 803	69 851	61 103	55 672	54 610	55 590	57 377	58 700	20,3%	25,2%
Rapport actuel (RIN 2016)	48 803	69 851	60 848	55 455	54 399	55 385	57 264	58 436	19,7%	24,7%
Variation des émissions : kt d'éq. CO_2		-	- 255	- 218	- 211	- 205	- 113	- 264	-	-
%	0,0%	0,0%	-0,4%	-0,4%	-0,4%	-0,4%	-0,2%	-0,4%	-	-
PIUP										
Rapport antérieur (RIN 2015)	55 087	53 447	58 809	49 072	50 730	50 879	55 014	52 198	-5,2%	6,8%
Rapport actuel (RIN 2016)	55 880	53 524	58 262	48 312	50 482	51 431	55 753	52 676	-5,7%	4,3%
Variation des émissions : kt d'éq. CO_2	793	77	- 546	- 760	- 248	551	739	477	-	-
%	1,4%	0,1%	-0,9%	-1,5%	-0,5%	1,1%	1,3%	0,9%	-	-
AGRICULTURE										
Rapport antérieur (RIN 2015)	49 086	58 594	61 547	57 880	56 889	56 033	58 048	60 497	23,2%	25,4%
Rapport actuel (RIN 2016)	49 008	58 503	61 396	57 779	56 805	55 950	57 934	60 371	23,2%	25,3%
Variation des émissions : kt d'éq. CO_2	- 79	- 91	- 151	- 101	- 83	- 83	- 114	- 126	-	-
%	-0,2%	-0,2%	-0,2%	-0,2%	-0,1%	-0,1%	-0,2%	-0,2%	-	-
DÉCHETS										
Rapport antérieur (RIN 2015)	23 936	26 440	28 132	28 195	26 644	26 374	25 608	25 340	5,9%	17,5%
Rapport actuel (RIN 2016)	26 028	28 747	30 557	29 933	28 970	28 843	28 388	28 431	9,2%	17,4%
Variation des émissions : kt d'éq. CO_2	2 092	2 307	2 425	1 738	2 327	2 469	2 780	3 091	-	-
%	8,7%	8,7%	8,6%	6,2%	8,7%	9,4%	10,9%	12,2%	-	-
ATCATF										
Rapport antérieur (RIN 2015)	- 87 499	- 76 599	16 424	- 7 856	81 381	82 203	60 093	- 15 073	-	-
Rapport actuel (RIN 2016)	- 87 189	- 81 616	507	- 39 804	54 633	69 420	40 702	- 29 632		-
Variation des émissions : kt d'éq. CO_2	310	- 5 016	- 15 917	- 31 948	- 26 749	- 12 783	- 19 391	- 14 559	-	-
%	-0,4%	6,5%	-96,9%	406,6%	-32,9%	-15,6%	-32,3%	96,6%	-	-

ligneux récoltés ont été recalculées à la baisse de 2 Mt en 1990, de 6,3 Mt en 2005 et de 3,9 Mt en 2013. Ces recalculs ne corrigent pas la tendance irrégulière des émissions dues aux perturbations naturelles dans les forêts aménagées.

On trouvera les détails des recalculs par secteur dans les chapitres 3 à 7.

8.2. Améliorations apportées à l'inventaire

Les dispositions relatives à l'inventaire canadien pour l'estimation des émissions intègrent tous les éléments nécessaires pour estimer, déclarer, archiver et améliorer les estimations de GES du Canada, notamment des dispositions institutionnelles, juridiques et procédurales. La mise en œuvre de ces dispositions permet de veiller à ce que le Canada produise un inventaire de grande qualité chaque année. Cependant, l'amélioration continue demeure l'un des principes importants de l'élaboration de l'inventaire canadien.

Les améliorations apportées à l'inventaire peuvent accroître l'exactitude des estimations de GES ou améliorer des composantes des dispositions relatives à l'inventaire. Les améliorations qui portent sur des modifications ou des ajustements sur le plan méthodologique sont examinées et approuvées par le comité des priorités et de la planification (CPP) de la Division des inventaires et rapports sur les polluants (DIRP) avant d'être mises en application. Les améliorations qui donnent lieu à des recalculs des estimations doivent être appliquées toutes les années afin de maintenir la cohérence de la série chronologique.

Cette année, les améliorations à l'inventaire du Canada ont découlé soit de recommandations des experts de l'équipe d'examen (EEE), soit de la mise en œuvre permanente des Lignes directrices 2006 du GIEC, ou d'activités internes permanentes d'amélioration.

8.2.1. Recommandations des EEE

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 CCNUCC[1] 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 examens des inventaires peuvent prendre la forme d'un examen sur dossier, d'un examen centralisé ou d'un examen dans le pays. L'examen de l'inventaire 2014 du Canada a pris la forme d'un examen dans le pays, ce qui signifie que l'équipe d'examen s'est rendue au Canada et a effectué un examen approfondi des informations de l'inventaire ainsi que des dispositifs relatifs à l'inventaire national. Dans son rapport d'examen annuel de 2014[2], l'EEE a recommandé différentes modalités qui permettraient au Canada d'améliorer son inventaire des GES. Les experts de l'inventaire ont donc pris en compte ces recommandations lors de la détermination des améliorations potentielles pour cette année.

Le rapport d'examen annuel de 2015 n'a été mené à terme qu'après l'élaboration de l'inventaire et la préparation de ce RIN. Bien que des efforts aient été déployés pour mettre en œuvre un certain nombre de recommandations, la majeure partie des recommandations découlant de l'examen de l'année dernière seront prises en considération dans le rapport de 2017.

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 gaz à effet de serre 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. Elles remplacent les *Lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée de 1996* (GIEC, 1997), les *Recommandations en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux* (GIEC, 2000) et les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie* (GIEC, 2003) qui étaient auparavant utilisées pour produire les inventaires de GES.

Comparées aux autres lignes directrices pour les inventaires et aux recommandations en matière de bonnes pratiques établies par le GIEC, les Lignes directrices 2006 du GIEC permettent de

1 On trouvera, à l'adresse http://unfccc.int/resource/docs/2014/cop20/fre/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.

2 Le rapport d'examen annuel de 2014 du Canada intitulé Canada. Report of the individual review of the inventory submission of Canada submitted in 2014 peut être consulté sur le site Web de la CCNUCC à : http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/6911.php?priref=600008444#beg.

recourir à des approches de modélisation plus complexes et fournissent des méthodologies améliorées d'estimation des émissions, particulièrement pour ce qui est des méthodes de niveau supérieur. Elles indiquent aussi les nouvelles exigences en matière de déclaration (p. ex., produits ligneux récoltés, émissions de CH_4 des mines souterraines abandonnées), les coefficients par défaut et les paramètres améliorés (p. ex., coefficients d'oxydation mis à jour) et les changements apportés aux catégories de sources et de puits.

L'année 2015 a été la première année au cours de laquelle le Canada et les autres Parties visées à l'annexe I ont commencé à présenter leurs inventaires nationaux de GES conformément aux directives révisées de la CCNUCC pour la notification des inventaires des Parties visées à l'annexe I (directives de notification de la CCNUCC), telles qu'elles ont été adoptées dans la décision 24/CP.19 lors de la CdP 19, tenue à Varsovie en 2013, ce qui a nécessité l'utilisation des Lignes directrices 2006 du GIEC. De nombreux changements méthodologiques ont été nécessaires et n'ont pas tous pu être menés à terme en 2015. Par conséquent, le présent rapport intègre des mesures d'amélioration continue qui assurent la cohérence avec les Lignes directrices 2006 du GIEC.

8.2.3. Améliorations continues

L'équipe responsable de l'inventaire des GES est aussi encouragée à utiliser ses propres connaissances et expériences dans l'élaboration des estimations aux fins de l'inventaire afin de proposer des façons d'améliorer les prochains inventaires. Les améliorations sont établies en fonction de l'évolution des connaissances scientifiques, des procédures d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) et de vérification (telles que définies dans le plan d'AQ/CQ), de méthodes de modélisation nouvelles et novatrices ou de sources de données sur les activités nouvellement découvertes. 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 une représentation améliorée de la récolte de bois de chauffage résidentiel dans l'écosystème forestier ainsi que l'intégration de nouvelles données sur les parcs de véhicules automobiles qui ont amélioré la caractérisation des parcs de véhicules et des habitudes de conduite.

Le Tableau 8–3 fournit des renseignements supplémentaires et la justification des améliorations apportées cette année.

Tableau 8–3 Améliorations apportées au RIN du Canada de 2016

Secteur	Catégorie	Amélioration	Description	Motif (amélioration continue, LD 2006 du GIEC ou recommandation des EEE)	Section du RIN pour plus de détails
Énergie	Biomasse- secteur résidentiel (Catégorie 1.A.4.B du CUPR)	Mise à jour des coefficients d'émission pour le bois de chauffage résidentiel.	Les coefficients d'émission pour le CO_2, le CH_4 et le N_2O produits par la combustion de bois de chauffage résidentiel ont été mis à jour.	Amélioration continue	Annexe 6.6
	Émissions fugitives provenant des combustibles et du gaz naturel (Catégorie 1.B.2.b.vi.1 du CUPR)	Mise à jour de la source des données sur les activités.	La source des données relatives au nombre de puits de pétrole et de gaz exploitables qui étaient en production au cours d'une année civile en Colombie-Britannique, en Alberta et en Saskatchewan a été mise à jour.	Amélioration continue	Annexe 3.2.2 (Tableau A3-6.)
Transports	Transport routier : combustibles liquides et biomasse – CO_2, CH_4 et N_2O	Mises à jour des données sur les activités pour le transport routier.	Les données sur le parc de nouveaux véhicules (sauf les motos) pour les années 2005-2014 et les taux d'accumulation de kilométrage mis à jour ont permis d'améliorer la caractérisation du parc de véhicules et des habitudes de conduite.	Amélioration continue	Annexe 3.1.4.2.1
PIUP	Production pétrochimique et de noir de carbone (Catégorie 2.B.8)	Quantification des émissions de CO_2 provenant de la production pétrochimique et de carbone noir.	Les émissions de CO_2 ont été modélisées et estimées aux fins du RIN 2016. Dans le RIN 2015, cette catégorie se présentait sous 2.D (Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant).	Lignes directrices 2006 du GIEC	Section 4.9
	Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant (Catégorie 2.D)	Révision de la méthode dans le but de soustraire les émissions de CO_2 associées à la nouvelle catégorie 2.B.8 (Production pétrochimique et de noir de carbone).	On a dû réviser la méthode et le modèle utilisés pour les produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant afin de prendre en compte le retrait de cette catégorie des émissions de CO_2 associées à la production pétrochimique et leur réattribution à la nouvelle catégorie 2.B.8.	Lignes directrices 2006 du GIEC	Section 4.13

Tableau A8-3 Améliorations apportées au RIN du Canada de 2016 (continué)

Secteur	Catégorie	Amélioration	Description	Motif (amélioration continue, LD 2006 du GIEC ou recommandation des EEE)	Section du RIN pour plus de détails
PIUP (continué)	Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (Catégorie 2.F du CUPR)	Examen et mise à jour des données sur certains articles importés et exportés en 1995. Correction des erreurs relevées dans le modèle de calcul.	Les importations et les exportations des articles manufacturés en 1995 ont été estimées et ajoutées au rapport. Les émissions d'HFC présentées dans le NIR 2015 contenaient des erreurs dues à l'utilisation du nouveau modèle Access aux fins d'estimation. Ces erreurs ont été corrigées et de nouvelles estimations ont été établies.	Amélioration continue	Section 4.16
	Diverses catégories en 2.A. Industrie minérale et en 2.C. Industrie du métal.	Réattribution des émissions dans les sous-secteurs concernés, soit les émissions des catégories suivantes : 2.A.3 - Production de verre (nouvelle source); 2.A.4.b - Autres utilisations du carbonate de sodium; 2.A.4.d - Autres (Utilisation de calcaire et de dolomite) et 2.C.1. - Production sidérurgique.	Mise en œuvre continue des exigences de rapport mentionnées dans les Lignes directrices 2006 du GIEC.	Lignes directrices 2006 du GIEC	Sections 4.4 et 4.10
Agriculture	Généralités	Révision des procédures d'AQ/CQ pour tenir compte des nouvelles procédures de téléchargement du rapport à l'aide de l'outil du CUPR en ligne.	On a apporté des corrections et mis en place de nouvelles procédures de CQ pour éliminer les erreurs de transcription et les irrégularités entre le RIN et le CUPR.	Amélioration continue	Annexe 3.4/ tableaux du CUPR
	Fermentation entérique/ Gestion des fumiers (Catégorie 3.A/3.B du CUPR)	Révision du nombre de visons et de renards pour assurer une cohérence avec les coefficients d'émission du GIEC.	On a relevé un manque de cohérence entre les populations de visons, de renards et de lapins mentionnées dans le rapport de 2015 et l'application des coefficients d'émission, car ceux-ci étaient fondés sur le nombre d'animaux reproducteurs et non sur le nombre total d'individus de ces populations.	Amélioration continue	Annexe 3.4
	Fermentation entérique/ Gestion des fumiers (Catégorie 3.A/3.B du CUPR)	Ajout d'estimations pour les populations de mules et d'ânes.	On a ajouté les estimations des populations de mules et d'ânes conformément aux méthodes de niveau 1 du GIEC.	Recommandation des EEE	Annexe 3.4
	Sols agricoles (Catégorie 3.D du CUPR)	Mise à jour de la répartition du bétail, des superficies de culture et des méthodes de travail du sol pour harmoniser les données d'observation de la Terre (OT) et celles du Recensement de l'agriculture.	La répartition spatiale des cultures et du bétail a légèrement été modifiée par les corrections que l'on a apportées pour harmoniser les données d'OT et celles du Recensement de l'agriculture. Le rapport de cette année présente des changements importants pour ce qui est du travail intensif du sol (TI), du travail réduit du sol (TRS) et de la culture sans labour (CSL). Un examen de l'intégration des superficies de culture fondées sur les données d'OT dans le NIR 2015 a permis de relever des erreurs dans la répartition des terres cultivées à l'échelle de la superficie des terres agricoles.	Amélioration continue	Section 5.4.1.5.5
	Émissions de CO_2 produites par le chaulage, l'application d'urée et d'autres engrais carbonés (Catégorie 3.G-I du CUPR)	Comprend une quantité de dolomite incluse dans les données sur la consommation de chaux.	Les données sur la chaux provenant de Ressources naturelles Canada englobent une quantité de dolomite, que l'on a estimée à 24 % d'après les données recueillies de 1998 à 2002 par l'Institut canadien des engrais.	Recommandation des EEE	Section 5.6.5
ATCATF	Transcatégorie	Ajout de renseignements sur les périodes transitoires de changements d'affectation des terres.	Dans un souci d'une plus grande transparence, on a précisé dans le RIN que la période transitionnelle des changements d'affectation des terres, qui est de 20 ans (10 ans pour les réservoirs), pendant laquelle les émissions et les absorptions doivent être déclarées, relève davantage d'une procédure que d'une méthode d'estimation.	Recommandation des EEE	Section 6.2
	Transcatégorie	Assurer l'intégralité des données des sous-catégories de l'ATCATF portant la mention NE (non estimé).	Le Canada inclut dorénavant dans son rapport les conversions de terres qui ne faisaient pas l'objet d'estimations dans les sous-catégories canadiennes, notamment les variations des stocks de carbone (VSC) de tous les réservoirs des prairies et des terres humides converties en d'Autres terre et les VSC de tous les réservoirs d'autres terres converties en d'Établissements. Les VSC de la biomasse vivante dans les prairies dont la vocation n'a pas changé sont identifiées par la mention S.O. (sans objet). Les émissions des prairies ne sont pas estimées parce qu'il n'y a aucune preuve que les stocks de carbone varient dans les sols des prairies en raison d'un changement dans l'aménagement; les émissions ou les absorptions sont estimées comme étant indiscernables de zéro.	Recommandation des EEE	Section 6.5/6.6

Tableau A8-3 Améliorations apportées au RIN du Canada de 2016 (continué)

Secteur	Catégorie	Amélioration	Description	Motif (amélioration continue, LD 2006 du GIEC ou recommandation des EEE)	Section du RIN pour plus de détails
ATCATF (continué)	Terre forestière (Catégorie 4.A du CUPR)	Amélioration de la représentation de la récolte de bois de chauffage résidentiel.	On a élaboré de nouveaux types de perturbations ainsi que de nouvelles matrices de perturbations pour mieux représenter la récolte de bois de chauffage résidentiel, notamment de la biomasse et de la matière organique morte dans les forêts aménagées.	Amélioration continue / mise en application des Lignes directrices 2006 du GIEC	Section 6.3.1
	Terre forestière (Catégorie 4.A du CUPR)	Ajout de renseignements sur les incertitudes propres aux réservoirs.	Comprend des renseignements sur les incertitudes propres aux réservoirs du modèle MBC-SFC3 dans le RIN d'après une publication récente.	Recommandation des EEE	Section 6.3.1.3
	Terre forestière (Catégorie 4.A du CUPR)	Changements apportés aux paramètres et aux algorithmes du modèle.	On a apporté des corrections techniques afin d'améliorer la modélisation des perturbations causées par les incendies de forêt, le brûlage des rémanents et l'exploitation forestière.	Amélioration continue	Section 6.3.1.4
	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 de forêts	L'ajout d'une nouvelle période de cartographie (2008–2013) réduit les incertitudes associées à l'extrapolation des données sur les activités à partir de la période de cartographie précédente.	Amélioration continue	Section 6.8
Déchets	Traitement biologique des déchets solides - Compostage (Catégorie 5.B.1)	Ajout d'une nouvelle catégorie : Compostage	On a élaboré un modèle de compostage, d'après la méthode de niveau 1 des LD 2006 du GIEC, qui a servi à estimer les émissions de CH_4 et de N_2O de la catégorie source. On a également établi des estimations des incertitudes liées aux émissions de CH_4 et de N_2O qui ont été ajoutées à l'inventaire du Canada.	Lignes directrices 2006 du GIEC	Section 7.3
	Incinération des déchets – biogènes et non biogènes - Autres (déchets médicaux) (Catégories 5.C.1.1.b et 5.C.1.2.b)	Ajout d'une nouvelle catégorie : Incinération des déchets médicaux.	On a élaboré un modèle d'incinération des déchets médicaux, d'après la méthode de niveau 1 des LD 2006 du GIEC, qui a servi estimer les émissions de CH_4 et de N_2O de la catégorie source. On a également établi des estimations des incertitudes liées aux émissions de CH_4 et de N_2O qui ont été ajoutées à l'inventaire du Canada.	Lignes directrices 2006 du GIEC	Section 7.4

8.3. Améliorations prévues à l'inventaire

Le Canada prévoit apporter les améliorations indiquées au Tableau 8–4; celles-ci, une fois mises en place, auront une incidence sur la série chronologique des inventaires qui commence en 1990. Les mesures d'amélioration prévues procèdent des recommandations de sources internes et de 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 par le Canada sont décrites dans un plan d'amélioration de l'inventaire dans lequel sont répertoriées et suivies les améliorations prévues aux estimations des émissions (dont les données sur les activités sous-jacentes, les coefficients d'émission et les méthodologies) et aux composantes des dispositions relatives à l'inventaire national (notamment le plan d'AQ/CQ, l'infrastructure et la gestion des données, la documentation et les processus d'archivage, l'incertitude et les catégories clés).

Les activités d'amélioration possibles sont signalées par des experts de secteurs et 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.

Étant donné que de nombreuses améliorations se poursuivront sur plusieurs années, des mises à jour régulières de la situation sont présentées dans le plan d'amélioration de l'inventaire; de plus, les EEE peuvent évaluer les progrès réalisés dans la mise en œuvre des améliorations apportées et prévues lors des examens annuels.

Tableau 8–4 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	Réattribution des émissions découlant de l'incinération de déchets pour produire de l'énergie à la catégorie des industries énergétiques.	Un sondage est mené sur les activités d'incinération des déchets au cours des dernières années. L'intégration des données ainsi recueillies et des données des sondages précédents ainsi que la réattribution subséquente des émissions estimatives pertinentes au secteur de l'énergie seront examinées par la Partie dans le but d'en vérifier l'exhaustivité et l'exactitude avant de les intégrer dans les prochains rapports d'inventaire annuels.	Recommandation des EEE de la CCNUCC	Analyse des données en cours
	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
	Transport routier (Catégorie 1.A.3.e.ii du CUPR – Autres [hors route])	Méthode ascendante améliorée pour les émissions de GES produites par les véhicules hors route.	L'amélioration prévue se traduira par des estimations plus précises des émissions de GES, notamment grâce à la version adaptée au contexte canadien du modèle NON-ROAD, conçu pour comptabiliser les émissions de l'équipement hors route. Il s'agit d'une amélioration par rapport à la méthode actuelle qui repose sur l'attribution des combustibles résiduels faite par le BDEEC. Autre avantage: l'amélioration de la répartition des émissions par secteur économique et une présentation plus détaillée de l'information dans le CUPR.	Amélioration continue	Autres méthodes à l'étude
	Transport routier (Catégorie 1.A.3.b du CUPR)	Passage du modèle MEMGES au modèle MOVES.	Parallèlement à l'utilisation d'une méthodologie pour les véhicules hors route, on envisage de passer du modèle MEMGES au modèle MOVES, créant ainsi un modèle unique pour toutes les émissions de GES et de polluants atmosphériques du secteur des transports routiers; cela permettrait de maintenir une série cohérente de données sur les activités des parcs de véhicules. Bien que l'approche globale demeure la même (DA × CE), il faut examiner les répercussions d'un changement de modèle. On examinera aussi les effets du changement de la répartition provinciale des estimations des émissions d'une méthode fondée sur les combustibles comparativement à une méthode fondée sur l'équipement et le parc de véhicules.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
	Transport routier (Catégorie 1.A.3.b du CUPR)	Examen de la teneur en carbone du diesel et mise à jour au besoin.	Il est nécessaire d'examiner la teneur en carbone du diesel et de l'essence pour moteurs afin de déterminer si elle s'applique toujours.	Recommandation des EEE	Mise en oeuvre d'une collecte de données / d'une étude
	Transport ferroviaire (Catégorie 1.A.3.c du CUPR)	Établir si les trains à vapeur sont des sources d'émissions au Canada.	Il faut se pencher sur l'exploitation des trains à vapeur au Canada et quantifier les émissions de GES qui y sont associées.	Recommandation des EEE	Vérification et finalisation des mesures d'amélioration
	Transports (Catégorie 1.A.3 du CUPR)	mz.com	Il faut examiner le PCB du diesel et de l'essence pour moteurs et mettre à jour la valeur au besoin (en collaboration avec Statistique Canada).	Recommandation des EEE	Autres méthodes à l'étude
	Transport routier (Catégorie 1.A.3.b du CUPR)	Établissement de coefficients propres au Canada pour les véhicules à l'aide des données des essais de conformité.	Les coefficients seront établis à partir des données sur les essais de véhicules recueillies par Environnement et Changement climatique Canada et on examinera la possibilité d'utiliser ces données pour élaborer des paramètres propres au pays.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
PIUP	Autres utilisations de procédés des carbonates - Céramique (Catégorie 2.A.4 du CUPR)	Ajout dans l'inventaire des émissions de CO_2 provenant du carbone organique dans les matières premières utilisées pour la fabrication de céramiques.	Les lignes directrices 2006 du GIEC exigent la déclaration de données pour cette catégorie dans les inventaires nationaux. Le Canada compte une production active de céramique et doit élaborer une méthode de quantification et recueillir des données sur les activités pour mesurer les émissions de cette catégorie.	Lignes directrices 2006 du GIEC	Aucun progrès important réalisé
	Production de plomb et production de zinc (Catégories 2.C.5 et 2.C.6 du CUPR)	Mise en application de la méthode d'estimation décrite dans les Lignes directrices 2006 du GIEC pour le zinc et le plomb, en fonction des quantités produites de ces métaux.	L'estimation des émissions de CO_2 provenant de la production de plomb et de zinc au Canada repose actuellement sur les estimations des quantités d'agents réducteurs utilisées dans la production de ces métaux et déclarées dans la catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant. L'attribution d'un contrat pour la réalisation d'une étude est prévue pour le printemps ou l'été 2016.	Lignes directrices 2006 du GIEC	Mise en oeuvre d'une collecte de données / d'une étude
	Production sidérurgique (Catégorie 2.C.1 du CUPR)	Attribution des émissions dues au charbon et au gaz naturel provenant de la fabrication de fer et d'acier à la production sidérurgique plutôt qu'aux industries manufacturières du secteur de l'énergie et aux produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant du secteur PIUP, respectivement.	Une partie des émissions de CO_2 des procédés associées à la production sidérurgique est attribuable à l'utilisation d'agents réducteurs autres que le coke métallurgique; et dans une plus grande mesure à l'utilisation du gaz naturel et du charbon. Le gaz naturel sert d'agent réducteur dans la fabrication de fer de réduction directe (FRD) et les émissions qui y sont associées sont actuellement déclarées dans la catégorie des émissions de CO_2 du secteur de l'énergie associées à la production sidérurgique. Une fraction du charbon, inscrite à la ligne des produits utilisés à des fins non énergétiques du BDEEC, est utilisée dans l'industrie sidérurgique et est actuellement déclarée dans la sous-catégorie des produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvant. L'intention est d'attribuer les émissions susmentionnées à la catégorie de production sidérurgique.	Amélioration continue	Analyse de données en cours

Tableau A8-4 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
PIUP (continué)	Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (HFC) (Catégorie 2.F du CUPR)	Mise à jour de l'information sur le HFC-245fa et amélioration de la caractérisation des émissions du secteur de la réfrigération commerciale et industrielle.	On procèdera à l'extraction de données de sondages antérieurs afin de recueillir des renseignements supplémentaires sur le HFC-245fa. On se penchera également sur les coefficients des émissions industrielles et commerciales, la part de marché et d'autres caractéristiques propres au Canada en vue de les intégrer à l'inventaire.	Amélioration continue	Analyse de données en cours
	Utilisations de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (HFC) (Catégorie 2.F du CUPR)	Recherche d'une façon de mettre à jour chaque année la consommation de quantités d'HFC présents dans les produits	On comblera les lacunes dans les données sur les produits disponibles jusqu'en 2010 en passant en revue les statistiques et les données sur les importations et les exportations afin d'établir une méthode permettant de mesurer les quantités d'HFC présentes dans les produits.	Amélioration continue	Aucun progrès important réalisé
Agriculture (continué)	Fermentation entérique (Catégorie 3.A du CUPR)	Utilisation d'un taux de conversion du méthane (Ym) propre au pays pour les bovins laitiers.	De récentes études ont révélé que le taux de conversion du méthane (Ym) pour les bovins laitiers au Canada est inférieur à la valeur par défaut mentionnée dans les Lignes directrices 2006 du GIEC. La littérature scientifique récente propose un nouveau coefficient qui se rapproche davantage du régime alimentaire des animaux. La méthode a été revue et les options relevées ont été acceptées en principe par le comité d'experts sur le bétail. Pour être examinées et adoptées, les options doivent être approuvées et harmonisées avec les méthodes d'AAC. Une mise en œuvre de la base de données suivra.	Continuous improvement	New parameters are under development
	Fermentation entérique / Gestion des fumiers (Catégories 3.A et 3.B du CUPR)	Ajout de nouveaux renseignements sur la nutrition animale.	Partant d'une compilation de nombreuses sources de données, on établit actuellement une série chronologique de données sur l'alimentation des bovins laitiers et des porcs; cela aura une incidence sur la fraction d'énergie digestible des aliments ainsi que sur les taux d'excrétion d'azote des animaux. Des données ont été recueillies et analysées; il reste à soumettre pour approbation cette méthode et à l'harmoniser avec les méthodes d'AAC. La mise en œuvre d'une base de données suivra.	Amélioration continue	Nouveaux paramètres en cours d'élaboration
	Fermentation entérique / Gestion des fumiers (Catégories 3.A et 4.B du CUPR)	Révision du modèle de production bovine.	À l'heure actuelle, le modèle de production bovine est considéré comme statique dans le modèle canadien des émissions. Un sondage approfondi de la production bovine a été réalisé; la mise en commun des résultats ainsi obtenus avec ceux d'autres sondages sert élaborer une représentation cohérente des changements dans les systèmes de production au cours de la période de déclaration, l'objectif étant d'accroître la précision des tendances et des estimations des émissions. Le sondage, de même que l'analyse de celui-ci, est terminé. La prochaine étape consiste à élaborer des paramètres de niveau 2 qui seront utilisés dans le modèle de production modifié.	Amélioration continue	Nouveaux paramètres en cours d'élaboration
	Gestion des fumiers (Catégorie 3.B du CUPR)	Ajout de nouveaux renseignements sur les systèmes de gestion du fumier.	À l'heure actuelle, les systèmes de gestion du fumier sont considérés comme statiques dans le modèle canadien des émissions. On procède actuellement à un regroupement de données provenant de nombreux sondages en vue d'élaborer une représentation cohérente des changements dans les systèmes de gestion du fumier au cours de la période de déclaration de manière à mieux rendre compte des changements des méthodes agricoles et à améliorer la précision des estimations des émissions. La collecte de données, de même que leur analyse, est terminée. Il reste à soumettre pour approbation cette méthode et à l'harmoniser avec les méthodes d'AAC. La mise en œuvre d'une base de données suivra.	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_2O 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_2O dans les sols agricoles au Canada et de réévaluer la relation empirique entre les coefficients d'émission pour le N_2O 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)	Amélioration des estimations des émissions d'ammoniac provenant des engrais azotés inorganiques et donc des émissions d'oxyde nitreux.	On élaborera un modèle empirique afin d'élaborer les coefficients d'émission pour l'ammoniac en fonction du type d'engrais azotés, de la profondeur de pénétration dans le sol, du type de culture, de la capacité d'échange de cations et du pH du sol.	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

Tableau A8-4 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
ATCATF (continué)	Terre forestière (Catégorie 4.A du CUPR)	Détermination du drainage de terres forestières au Canada	Un contrat a été attribué pour la collecte de renseignements permettant de documenter les méthodes de gestion forestière appliquées aux tourbières boisées au Canada, dont le drainage.	Recommandation des EEE de la CCNUCC	Mise en oeuvre d'une collecte de données / d'une 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 permanentes de contrôle de la qualité ainsi que l'ajout d'une nouvelle période de cartographie (2008–2013) 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
	Terres humides, extraction de tourbe (Catégories 4.D.1.1 et 4.D.2.1 du CUPR)	Évaluation des directives supplémentaires applicables à l'extraction de tourbe décrites dans le document intitulé 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands (Supplément sur les terres humides)	Il s'agit d'évaluer les directives supplémentaires fournies dans ce document relativement au drainage et à la réhumectation des sols organiques qui s'appliquent à l'extraction de tourbe afin d'établir comment elles peuvent être mises en place compte tenu des connaissances scientifiques canadiennes et des avancées en matière de données.	Amélioration continue	Autres méthodes à l'étude
	Établissements, terres converties en établissements (Catégorie 4.E.2 du CUPR)	Mise à jour des estimations relatives à la conversion des terres non forestières en établissements dans le Nord.	Les améliorations prévues dans cette catégorie mettront l'accent sur le perfectionnement des estimations de la perte de biomasse aérienne en raison de changements d'affectation des terres dans les régions arctique et subarctique, en mettant à jour des estimations des données sur les activités pour les changements d'affectation des terres dans ces régions au cours de la période postérieure à 2000.	Amélioration continue	Mise en oeuvre 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 les données sur les activités liées à la récolte de bois de chauffage résidentiel et à son utilisation au Canada 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 oeuvre d'une collecte de données / d'une étude
Déchets	Évacuation des déchets solides (Catégorie 5.A du CUPR)	Mise à jour des données sur la composition des déchets et des valeurs connexes du carbone organique dégradable.	Une étude pluriannuelle sur la composition des déchets et les valeurs de carbone organique dégradable qui y sont associées a été entreprise; d'autres améliorations sont probables dans le RIN 2017.	Recommandation des EEE de la CCNUCC	Mise en oeuvre d'une collecte de données / d'une étude
	Évacuation des déchets solides (Catégorie 5.A du CUPR)	Mise à jour des données sur le captage des gaz d'enfouissement et sur l'utilisation de ces gaz.	Le prochain sondage maison biennal sur le captage et l'utilisation des gaz d'enfouissement et les sondages sur les exportations de déchets sont prévus au printemps/à l'été 2016. Les données de 2014-2015 sur le captage et l'utilisation des gaz d'enfouissement et les exportations de déchets devraient être incorporées dans le RIN 2017 et remplaceront les hypothèses selon lesquelles les données de 2014 sont restées inchangées par rapport aux valeurs de 2013.	Amélioration continue	Aucun progrès important réalisé
	Évacuation des déchets solides (Catégorie 5.A du CUPR)	Évaluation des valeurs propres au Canada de CODF pour les produits ligneux récoltés.	Il s'agit d'évaluer les valeurs de CODF propres au Canada pour les produits ligneux récoltés (bois et papier) à des fins d'utilisation dans les secteurs des déchets et ATCATF qui déclarent des émissions de stockage de C et de CO_2 à long terme provenant de la décomposition des PLR dans les décharges de déchets.	Lignes directrices 2006 du GIEC	Recherche documentaire en cours
	Évacuation des déchets solides (Catégorie 5.A du CUPR)	Modification du modèle actuel d'évacuation des déchets solides conformément à la version de 2006 de la méthode de décomposition de premier ordre (DPO).	Il s'agit de remplacer l'ancienne équation par la version des LD 2006 de la méthode de décomposition de premier ordre, pour l'ensemble des provinces et des territoires.	Lignes directrices 2006 du GIEC	Aucun progrès important réalisé

Tableau A8-4 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
Déchets (continué)	Traitement biologique des déchets solides (Catégorie 5.B du CUPR)	Révision et modification de la méthode d'estimation des émissions provenant du compostage.	On emploie actuellement une méthode d'estimation des émissions par défaut. De l'avis des experts, cette méthode surestime les émissions du Canada. Les valeurs par défaut du GIEC s'appuient sur des références qui feront l'objet d'un examen critique afin d'en vérifier l'exactitude et la pertinence pour le Canada. L'utilisation des données recueillies par Statistique Canada sera sérieusement envisagée. Ces données englobent les quantités de déchets traités dans les installations municipales et commerciales. On peut également ajouter des données sur les activités de compostage résidentiel lorsque la méthode d'estimation s'avère plus exacte et complète.	Amélioration continue	Mise en oeuvre d'une collecte de données / d'une étude
	Traitement biologique des déchets solides (Catégorie 5.B du CUPR)	Réalisation d'une autre étude sur la digestion anaérobie des déchets solides au Canada.	On prévoit de mener une autre étude afin de recueillir des données sur les activités en lien avec la digestion anaérobie des déchets solides au Canada. Une estimation des émissions produites par la digestion anaérobie des déchets sera élaborée lorsque suffisamment de données sur les activités seront disponibles.	Lignes directrices 2006 du GIEC	Mise en oeuvre d'une collecte de données / d'une étude
	Incinération et combustion à l'air libre des déchets (Catégorie 5.C du CUPR)	Report dans le secteur de l'énergie des données sur les émissions produites par l'incinération des DSM associées à la récupération d'énergie.	Une partie des émissions associées à l'incinération des DSM lorsqu'il y a récupération de l'énergie sera soustraite et attribuée au secteur de l'énergie.	Recommandation des EEE de la CCNUCC	Analyse de données en cours
	Incinération et combustion à l'air libre des déchets (Catégorie 5.C du CUPR)	Mise à jour des coefficients d'émission pour le CH_4 et le N_2O.	Le Canada prévoit d'utiliser une méthode et des coefficients d'émission mis à jour pour l'estimation des émissions de CH_4 et de N_2O de cette catégorie.	Lignes directrices 2006 du GIEC	Nouveaux paramètres en cours d'élaboration
	Traitement et rejet des eaux usées – CH_4 et N_2O (Catégorie 5.D du CUPR)	Plus grande transparence des renseignements présentés dans le RIN.	On ajoutera dans le RIN un aperçu détaillé des flux d'eaux usées et des voies de rejet des usines de traitement des eaux usées afin d'améliorer la transparence de l'information et de justifier l'utilisation de CE choisis.	Recommandation des EEE de la CCNUCC	Aucun progrès important réalisé
	Traitement et rejet des eaux usées (Catégorie 5.D du CUPR)	Mise à jour des données sur les activités de traitement des eaux usées industrielles.	Le prochain sondage maison biennal sur les installations de traitement des eaux usées sera mené au cours de l'été 2016. Les données sur les activités de traitement des eaux usées industrielles de 2014-2015 devraient être incorporées dans le RIN 2017; ces données remplaceront l'hypothèse selon laquelle les données de 2014 demeurent inchangées par rapport aux valeurs de 2013.	Amélioration continue	Aucun progrès important réalisé

Références

Sommaire

[CAIT] Climate Analysis Indicators Tool. 2015. *CAIT 2.0*. Washington (DC): World Resources Institute. Disponible en ligne à l'adresse : http://cait.wri.org.

Environnement Canada. 2014a. *Tendances en matière d'émissions au Canada, 2014*. Disponible en ligne à l'adresse : http://www.ec.gc.ca/ges-ghg/.

Environnement Canada. 2014b. *Points saillants de la sixième communication nationale du Canada et du premier rapport biennal sur les changements climatiques, 2014*. Disponible en ligne à l'adresse : http://www.ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=Fr&xml=109109A8-6636-418C-B743-94CD3459FB6B.

[RNCan] Ressources naturelles Canada. 2015. *Analyse comparative du rendement énergétique du carburant dans l'industrie du camionnage au Canada* [consulté le 28 janvier 2016]. Disponible en ligne à l'adresse : http://www.rncan.gc.ca/energie/efficacite/transports/vehicules-commerciaux/rapports/7608.

Statistique Canada. 2015a. *Tableau CANSIM 380-0106 : Produit intérieur brut aux prix constants de 2007, en termes de dépenses, annuel*. CANSIM (base de données). Disponible en ligne à l'adresse : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/380-0106.

Statistique Canada. 2015b. *Tableau CANSIM 051-0001 : Estimation de la population, selon le groupe d'âge et le sexe au 1er juillet, Canada, provinces et territoires, annuel*. CANSIM (base de données). Disponible en ligne à l'adresse : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/051-0001.

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 : http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/items/4624.php#Nitrogen.

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/fre/10a03f.pdf

Conseil du Trésor du Canada. 2012. *Politique sur la gestion de l'information* [modifiée le 1er avril 2012]. Disponible en ligne : http://www.tbs-sct.gc.ca/pol/doc-fra.aspx?id=12742.

Environnement Canada. 2015a. *Bulletin des tendances et des variations climatiques* – 2014. Environnement et Changement climatique Canada. Disponible en ligne : http://ec.gc.ca/adsc-cmda/default.asp?lang=Fr&n=8C7AB86B.

Environnement Canada. 2015b. *Document non publié. General QC* (Tier I QC Checklist), Quality Manual of the Pollutant Inventories and Reporting Division (PIRD).

Environnement et Changement climatique Canada. 2016. *Programme de déclaration des émissions de gaz à effet de serre par les installations* – Aperçu des émissions déclarées pour 2014. Environnement et Changement climatique Canada. Disponible en ligne : http://www.ec.gc.ca/ges-ghg/default.asp?lang=Fr&n=8044859A-1.

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. 2015. *WMO Greenhouse Gas Bulletin: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2014*. 9 novembre 2015. No 11. Disponible en ligne : http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/GHGbulletin.html.

Chapitre 2, Tendances des émissions de gaz à effet de serre, 1990–2014

AAC. 2013. *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. 2013-2014. A*ssociation canadienne des producteurs d'acier.* Données sur la production sidérurgique obtenues dans le cadre d'un contrat d'achat entre Environnement Canada et l'ACPA.

CAPP. Association canadienne des producteurs pétroliers. 2015. *Statistical Handbook for Canada's Upstream Petroleum Industry*. [Révisé le 15 juillet; cité le 20 juillet 2015]. Disponible en ligne : http://www.capp.ca/library/statistics/handbook/Pages/default.aspx.

AER. Alberta Energy Regulator. 2015. *Alberta's Energy Reserves and Supply/Demand Outlook* : ST98-2015. Disponible en ligne : http://www.aer.ca/data-and-publications/statistical-reports/st98.

AER. Alberta Energy Regulator. 2014. *Directive 060 : Upstream Petroleum Industry Flaring, Incinerating, and Venting*. Disponible en ligne : http://www.aer.ca/rules-and-regulations/directives/directive-060.

Allen, D.T., V.M. Torres, J. Thomas, D.W. Sullivan, M. Harrison, A. Hendler, S.C. Herndon, C.E. Colb, M.P. Fraser, A.D. Hill 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, 17768–1773.

BCOGC. British Columbia Oil and Gas Commission. 2015. *Flaring and Venting Reduction Guideline* – v4.4. Avril 2015. Disponible en ligne : http://www.bcogc.ca/node/5916/download.

CAIT. Climate Analysis Indicators Tool. 2015. *CAIT 2.0.* Washington (D.C.) : World Resources Institute. Disponible en ligne : http://cait.wri.org.

CIEEDAC. Canadian Industrial Energy End-Use Data Analysis Centre. 2015. *Energy Use and Related Data: Canadian Chemistry Industry 1990 to 2013*. Université Simon Fraser, Burnaby (C.-B.). Preparé pour l'Association canadienne de l'industrie de la chimie.

ECCC. Environnement et Changement climatique Canada. 2016. *Deuxième rapport biennal du Canada sur les changements climatiques*. Disponible en ligne : http://www.ec.gc.ca/GES-GHG/02D095CB-BAB0-40D6-B7F0-828145249AF5/3001%20UNFCCC%202nd%20Biennial%20Report_f_v7_lowRes.pdf.

Environnement Canada. 2014. *An Inventory of Landfill Gas Recovery and Utilization in Canada 2012 and 2013*. Division des inventaires et rapports sur les polluants, Environnement Canada.

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.). Publié par IGES, Japon.

Kurz, W.A., C.H. Shaw, C. Boisvenue, G. Stinson, J. Metsaranta, D. Leckie, A. Dyk, C. Smyth, E.T. Neilson. 2013. *Carbon in Canada's boreal forest — A synthesis*. Environmental Reviews. Disponible en ligne : http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/er-2013-0041.

RNCan. Ressources naturelles Canada. 2013. *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada de 1990 à 2010*. Office de l'efficacité énergétique, Ottawa (Ontario), Ressources naturelles Canada. M141-1/2010.

RNCan. Ressources naturelles Canada. 2015. *L'état des forêts au Canada. Rapport annuel 2015*. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Ottawa. 75 p. Disponible en ligne : http://scf.rncan.gc.ca/publications?id=36553&lang=fr_CA

Sask ECON. Ministère de l'économie de la Saskatchewan. 2015. *Saskatchewan Upstream Petroleum Industry Associated Gas Conservation Standards* – Directive S-10. Disponible en ligne : http://publications.gov.sk.ca/documents/310/85153-Directive%20S-10%20Saskatchewan%20Upstream%20Petroleum%20Industry%20Associated%20Gas%20Conservation%20Directive.pdf.

Statistique Canada. 1990-2003. *Fer et acier primaire*. Mensuel. Nº 41-001-XIB au catalogue (ne paraît plus).

Statistique Canada. 1990–2004. *Production, transport et distribution d'électricité* (PTDE). Nº 57-202-XIB au catalogue (ne paraît plus).

Statistique Canada. 1991-2016. *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* (publication annuelle). Nº 57 003 X au catalogue. Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/olc-cel/olc.action?objId=57-003-X&objType=2&lang=fr&limit=0

Statistique Canada. 2004–2012. *Acier, produits tubulaires et fil d'acier.* Mensuel. Nº 41 019-X au catalogue (ne paraît plus).

Statistique Canada. 2009. *Indice des prix des produits agricoles. No 21-007-XIB*. Disponible en ligne : http://www.statcan.gc.ca/bsolc/olc-cel/olc-cel?catno=21-007-X&lang=fra.

Statistique Canada. 2015a. *Tableau CANSIM 380-0106. Produit intérieur brut aux prix constants de 2007*, en termes de dépenses annuelles. Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=fra&retrLang=fra&id=3800106&paSer=&pattern=&stByVal=1&p1=1&p2=1&tabMode=dataTable&csid.

Statistique Canada. 2015b. *Tableau 127-0006 - Production d'électricité des combustibles, centrales thermiques des services d'électricité*, annuel (mégawattheure). Base de données CANSIM [Révisé le 20 novembre 2015, consulté le 6 janvier 2016.] Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?id=1270006&pattern=&p2=-1&stByVal=1&p1=1&tabMode=dataTable&paSer=&csid=&retrLang=fra&lang=fra

Statistique Canada. 2015c. *Tableau 127-0007 : Production de l'énergie électrique, selon la classe de producteur d'électricité annuel* (mégawattheure). Base de données CANSIM. [Révisé le 20 novembre 2015, consulté le 6 janvier 2016.] Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?id=1270007&pattern=&p2=-1&stByVal=1&p1=1&tabMode=dataTable&paSer=&csid=&retrLang=fra&lang=fra.

Statistique Canada. 2015d. *Tableau 131-0001 : Approvisionnements et utilisations du gaz naturel,* mensuel (mètres cubes). Base de données CANSIM. Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=fra&retrLang=fra&id=1310001&tabMode=dataTable&srchLan=-1&p1=-1&p2=9.

Statistique Canada. 2015e. *Tableau 126-000 : Approvisionnement et utilisation du pétrole brut et équivalent mensuel* (mètres cubes). Base de données CANSIM. Disponible en ligne : http://www5.

statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=fra&retrLang=fra&id=1260001&tabMode=dataTable&srchLan=-1&p1=-1&p2=.

Statistique Canada. 2015f. T*ableau 051-0001 : Estimations de la population, selon le groupe d'âge et le sexe au 1er juillet*, Canada, provinces et territoires (personnes sauf indication contraire). CANSIM (base de données) [révisé le 29 septembre 2015, consulté le 15 janvier 2016]. Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?id=0510001&pattern=&p2=-1&stByVal=1&p1=1&tabMode=dataTable&csid=&retrLang=fra&lang=fra.

Statistique Canada. 2015g. *Tableau 129-0001 : Statistiques d'exploitation des transporteurs de gaz naturel canadien.* Base de données CANSIM. Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=fra&retrLang=fra&id=1290001&tabMode=dataTable&srchLan=-1&p1=-1&p2=9.

Statistique Canada. 2015h. *Tableau 003-0032 – Nombre de bovins, selon la classe et le type d'exploitation agricole annuel* (tête), CANSIM (base de données). [Consulté le 3 septembre 2015.] Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a05?lang=fra&id=0030032&pattern=0030032&searchTypeByValue=1&p2=35.

Statistique Canada. 2016. *Tableau 403-0004 : Enquête sur l'origine et la destination des marchandises transportées par camion* (OD-MTC), l'industrie du camionnage annuel. CANSIM (base de données). Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?id=4030004&retrLang=fra&lang=fra.

Chapitre 3, Energié

AER. Alberta Energy Regulator. 2015. A*lberta Mineable Oil Sands Plant Statistics*, Monthly Supplement December 2014: ST39-2014. Disponible en ligne : http://www.aer.ca/data-and-publications/statistical-reports/st39

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.

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.

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 : *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 CO_2 Emissions in Canadian Oil Refineries* 1990, 1994 – 2013. Burnaby (BC). 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. Août.

Environnement Canada. 2007. *Bitumen-Oil Sands Extrapolation Model – Rev 3*. Calgary (Alberta). Clearstone Engineering Ltd.

Environnement Canada. 2014. *Technical Report on Canada's Upstream Oil and Gas Industry*. Volumes 1 à 4. Preparé pour Environnement Canada. Calgary (Alberta). Clearstone Engineering Ltd.

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2000. R*ecommandations 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/gpgaum_fr.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.* Préparé par le Programme pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T et Tanabe K, éditeurs. Kanagawa (JP), Institut des stratégies environnementales mondiales. Disponible en ligne : 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.

ICF. 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. 1*998 Fossil Fuel and Derivative Factors*. Rapport préparé pour Environnement Canada par T.J. McCann and Associates Ltd.

Mourits, F. Mai 2008. *Overview of the IEA GHG Weyburn-Midale CO_2 Monitoring and Storage Project:* Presentation to Interdepartmental CCS Coordinating Committee. Ressources naturelles Canada.
ONÉ. Office national de l'énergie. 1998 2014. Production estimative de pétrole brut et d'équivalents au Canada. Disponible en ligne : http://www.neb.gc.ca/nrg/sttstc/crdlndptrlmprdct/stt/stmtdprdctn-fra.html.

ORTECH Consulting Inc. 2013. C*anadian 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. I*EA GHG Weyburn CO_2 Monitoring & Storage Project Summary Report 2000–2004*. Regina (Saskatchewan).

SGA Energy Ltd. 2000. *Emission Factors and Uncertainties for CH4 & N_2O from Fuel Combustion*. Rapport non publié préparé pour la Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, par SGA Energy Ltd.

Smyth, S. 2010. *Fossil Fuel Import and Export models. Division des gaz à effet de serre,* Environnement Canada.

Statistique Canada. 2002-2009. *Production, transport et distribution d'électricité* (annuel). N° 57-202-X au catalogue (a cessé de paraître).

Statistique Canada. 2003. *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada (*annuel). N° 57-003-X au catalogue. Disponible en ligne à : http://www5.statcan.gc.ca/olc-cel/.

Chapitre 4, Procédés industriels et utilisation des produits

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. 2014-2015. *Données non publiées sur la charge de gueuse de fonte dans les fours sidérurgiques au Canada en 2013 et en 2014.*

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.

BC Geological Survey. Exploration and Mining in British Columbia, 2014. *Ministère de l'énergie et des mines de la ColombieBritannique*, British Columbia Geological Survey IC 2015-2. [consulté le 14 déc. 2015]. Disponibles en ligne : http://www.em.gov.bc.ca/Mining/Geoscience/PublicationsCatalogue/InformationCirculars/Pages/default.aspx.

CAC. Cement Association of Canada. 2013. *Données non publiées sur la production canadienne de clinker*.

Cheminfo Services. 2002. R*eview of Canadian SF_6 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 (SF_6) 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 final. Cheminfo Services Inc., Markham (Ontario).

Cheminfo Services. 2005c. I*mproving 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 (NF_3)*. Rapport final confidentiel. Cheminfo Services Inc., Markham (Ontario).

Cheminfo Services. 2015. P*etrochemical 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 SF_6 provenant de la production de magnésium. Disponible en ligne : http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/.

Environnement Canada. 1986. *Liste intérieure des substances*. Disponible en ligne : http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=Fr&n=5F213FA8-1.

Environnement Canada. 2014. *Document non publié. Manuel sur la qualité de la Division des inventaires et rapports sur les polluants (DIRP)*.

Environnement Canada. 2015. *Review of Country-specific HFCs Emission Estimations in the Refrigeration and Air Conditioning Sectors*. Edalatmanesh, Maryam, Niemi, David. Rapport non publié. Ottawa (Ontario).

Environnement Canada (Division des gaz à effet de serre) et l'Association canadienne de l'électricité. 2008. P*rotocole d'estimation et de déclaration des émissions de SF_6 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 extraites le 1er octobre 2007; données pour 20072009 extraites 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*. Consulté à l'adresse : http://www.hrai.ca/hcfcphaseout/index.html.

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.

Methanex. 2013. *Rapport annuel de 2012*. [Consulté le 17 février 2015.] Disponible en ligne : https://www.methanex.com/financial-reports/annual-reports.

Ministère de l'Environnement du Japon. 2009. N*ational Greenhouse Gas Inventory Report of Japan*. Greenhouse Gas Inventory Office of the Japan Ministry of the Environment.

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. 1985-1998. *Industries des produits minéraux non métalliques.* N° 44250 XPB au catalogue (a cessé de paraître).

Statistique Canada. 1990-2003. *Fer et acier primaire* (mensuel). N° 41001 XIB au catalogue (a cessé de paraître).

Statistique Canada. 1990–2004. *Ciment* (mensuel). N° 44001XIB au catalogue (a cessé de paraître).

Statistique Canada. 1990–2007. *Produits chimiques industriels et résines synthétiques* (mensuel). N° 46002 XIE au catalogue (a cessé de paraître).

Statistique Canada. 1990-2014. *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. 2005-2014a. Base de données CANSIM, tableau 303-0060 – *Production, livraisons et inventaires de ciment, mensuel.* [Consulté le 10 oct. 2014.] Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/home-accueil?p2=50&retrLang=fra&lang=fra.

Statistique Canada. 2005-2014b. Base de données CANSIM, tableau 3030061 - *Production, livraisons et inventaires de ciment, mensuel.* [Consulté le 10 oct. 2014.] Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/home-accueil?retrLang=fra&lang=fra.

Statistique Canada. 2008–2014. Base de données CANSIM, tableau 303-0053 *Production de produits chimiques industriels et de résines synthétiques*, annuel. Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/home-accueil?retrLang=fra&lang=fra.

Statistique Canada. 2010–2014. *Base de données sur le commerce international canadien de marchandises.* No 65C-0003 au catalogue. [Consulté le 11 déc. 2015]. Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cimt-cicm/home-accueil?lang=fra.

Statistique Canada. 2014. *Enquête annuelle sur la consommation industrielle d'énergie.* Questionnaire disponible en ligne : http://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurvey&SDDS=5047&Item_Id=44545&lang=en.

Statistique Canada. 2015. Base de données CANSIM, tableau 051-0001 - *Estimations de la population, selon le groupe d'âge et le sexe au 1er juillet, Canada*, provinces et territoires, annuel. Disponible en ligne : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/home-accueil?retrLang=fra&lang=fra.

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.

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.

GIEC. 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/gpgaum_fr.htm.

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. *N_2O and CH_4 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. S*ources 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 (Qué.) : 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 TA, 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. C*rop 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 N_2O 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 N_2O emissions from agricultural soils in Canada.* I. Development of a country-specific methodology, Canadian Journal of Soil Science 88: 641–654.

Rochette P, Chantigny MH, Ziadi N, Angers, DA, Bélanger G, Charbonneau E, Pellerin D, Liang BC, Bertrand N. 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. F*arm survey used to guide estimates of nitrogen intake and ammonia emissions for beef cattle, including early season grazing and piosphere 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 NH_3 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 NH_3 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 NH_3 emissions from dairy in 12 Ecoregions of Canada*. Canadian Journal of Animal Science 91:649–661.

Statistique Canada. 2012. Données sur les exploitations et les exploitants agricoles - 2011. No 95-640-XWF au catalogue [consulté le 20 décembre 2012]. CANSIM: Tableaux 004-0200 à 004-0242. Disponible en ligne à: http://www5.statcan.gc.ca/olc-cel.

Chapitre 6, Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie

Bailey, A.W. et B.C. Liang BC. 2013. *Burning of managed grasslands in Alberta, Saskatchewan and British Columbia*. Western Rangeland Consultants Inc., Edmonton (Alberta); Division des inventaires et rapports sur les polluants, Environnement Canada, 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.

Cleary, J. 2003. Greenhouse Gas Emissions from Peat Extraction in Canada : A Life Cycle Perspective. Mémoire de maîtrise, Université McGill, Montréal (Québec), Canada, rapport C2GCR nº 2003-1.

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.

Dymond, C. 2008. Overview QAQC Procedures for NIR 2009. Rapport interne. Ressources naturelles Canada – Service canadien des forêts. Victoria (Colombie-Britannique).

Environnement Canada. 2003. L*es terres humides au Canada. Disponible en ligne* : https://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=27147C37-1

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2003. R*ecommandations 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 : http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf_languages.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. 4, **Agriculture, foresterie et autres affectations des terres,** Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Disponible en ligne : http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.htm.

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2014. *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands.* Hiraishi T, Krug T, Tanabe K, Srivastava N, Baasansuren J, Fukuda M, Troxler TG (directeurs). 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. L*e système de classification des terres humides du Canada*. 2e édition. Édité par B.G. Warner et C.D.A. Rubec (dir.). Waterloo (Ont.), Centre de recherche sur les terres humides, Université de Waterloo. Disponible en ligne : http://www.env.gov.yk.ca/animals-habitat/documents/canadian_wetland_classification_system.pdf

Groupe de travail sur la classification des sols. 2002. *Le système canadien de classification des sols.* Direction générale de la recherche, Agriculture et Agro-Alimentaire Canada. Publication 1646, troisième édition 2002, Presses scientifiques du CNRC.

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.). 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. Canadian Peat Moss and the Environment. *Issues Paper, nº 1992-3.* North American Wetlands Conservation Council (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. et M.J. Apps. 2006. *Developing Canada's National Forest Carbon Monitoring, Accounting and Reporting System to Meet the Reporting Requirements of the Kyoto Protocol Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11: 33–43.

Kurz, W.A., C.C. Dymond, G. Stinson, G.J. Rampley, E.T. Neilson, A.L. Carroll, T. Ebata et L. Safranyik. 2008. *Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change.* Nature 452:987–990

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.

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 national 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/publications/manuals/1996/A42-65-1996-cadre-ecologique-national.pdf

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., S. Morken et M. Hafer. 2011. *Uncertainty Estimates: National Forest GHG Inventory Reporting for the 2011 National Inventory Report*. Manuscrit inédit.

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.

RNCan. Ressources naturelles Canada. 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.

RNCan. Ressources naturelles Canada. 2005b. *Programme d'évaluation et de démonstration de plantations (EDP) de Forêt 2020 : analyse des politiques de boisement*, Service canadien des forêts.

RNCan Ressources naturelles Canada. 2015. *Inventaire forestier : Canada*. Ressources naturelles Canada. Disponible en ligne : http://scf.rncan.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.

VandenBygaart, A.J., E.G. Gregorich et D.A. Angers. 2003. I*nfluence 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. Bentham et T. Martin. 2008. *Soil carbon change factors for the Canadian agriculture national greenhouse gas inventory*, Canadian Journal of Soil Science 88:671–680.

Waddington, J.M. et K.D. Warner. 2001. *Restoring the carbon sink function of cut-over peatlands,* Écoscience, 8(3):359–368.

White, T. et C. Dymond. 2008. *NIR 2007 QAQC report.* Rapport interne. Ottawa (Ontario) : Environnement Canada.

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.

Bingemer, H.G. et P.J. Crutzen. 1987. *The production of methane from solid wastes*. Journal of Geophysical Research 92: 2181–2187.

[CRA] Conestoga-Rovers & Associates. 2011. *Estimation of Greenhouse Gas (GHG) Emissions from Canadian Unmanaged Municipal Solid Waste (MSW) Landfills and MSW Incinerators and Validation of MSW Landfill Model Methane Generation Rate Constant*.

CRC Press. 1973. National Waste Composition (1967). Table 1.1-9: *Summary of International Refuse Composition*, of the Handbook of Environmental Control. Volume II: Solid Waste. CRC Press. 1973.

Environnement Canada. 1941–2007. *Données historiques sur les précipitations*. [Consulté en juin-juillet 2008]. Disponible en ligne à www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climateData/canada_e.html.

Environnement Canada. 1996. É*valuation des aspects physiques, économiques et énergétiques de la gestion des déchets solides au Canada, série Perspectives sur la gestion des déchets solides au Canada,* vol. I. Préparé pour Environnement Canada par Resource Integration Systems Ltd.

Environnement Canada. 1997. *Inventory of Landfill Gas Recovery and Utilization in Canada*. Bureau national de la prévention de la pollution.

Environnement Canada. 1999b. *Inventory of Landfill Gas Recovery and Utilization in Canada.* Bureau national de la prévention de la pollution.

Environnement Canada. 2001. *Inventory of Landfill Gas Recovery and Utilization in Canada*. Bureau national de la prévention de la pollution.Environnement Canada. 1999a. Municipal Solid Waste Incineration in Canada: An Update on Operations 1997–1998. Préparé pour Environnement Canada et le Groupe interministériel de recherche et d'exploitation énergétiques par Compass Environmental Inc.

Environnement Canada. 2003a. *Inventory of Landfill Gas Recovery and Utilization in Canada*. Bureau national de la prévention de la pollution.

Environnement Canada. 2003b. *Inventaire national des gaz à effet de serre, 1990-2001,* Division des gaz à effet de serre.

Environnement Canada. 2003c. *Municipal Solid Waste Incineration in Canada: An Update on Operations 1999–2001*. Préparé pour Environnement Canada par A.J. Chandler & Associates Ltd. en collaboration avec Compass Environmental Inc.

Environnement Canada. 2003d. *M-Landfill 1996 v2 entry of gas capture.try2.xlsx, onglet "captured data"*. Modèle MS Excel d'estimation de la production de gaz d'enfouissement utilisé la dernière fois pour le rapport d'inventaire national de 2003.

Environnement Canada. 2007. *An Inventory of Landfill Gas Recovery and Utilization in Canada 2005*. Rapport préparé par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada avec l'appui de l'Université du Manitoba.

Environnement Canada. 2009. *An Inventory of Landfill Gas Recovery and Utilization in Canada 2006 and 2007*. Rapport préparé par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada.

Environnement Canada. 2011a. *An Inventory of Landfill Gas Recovery and Utilization in Canada 2008 and 2009.* Rapport préparé par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada.

Environment Canada. 2011b. *Waste Incineration in Canada – a summary of facility level survey data 1990-2009*. Rapport non publié préparé par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada.

Environnement Canada. 2013a. *An Inventory of Landfill Gas Recovery and Utilization in Canada 2010 and 2011*. Rapport préparé par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada.

Environnement Canada. 2014a. *An Inventory of Landfill Gas Recovery and Utilization in Canada 2012 and 2013*. Rapport préparé par la Division des gaz à effet de serre d'Environnement Canada.

Environnement Canada. 2014b. *An Inventory of 2014 Waste Incineration Survey in Canada - 2012 and 2013.* Rapport interne d'Environnement Canada non publié. Ottawa (Ont.) : Division des inventaires et des rapports sur les polluants, Environnement Canada.

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/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.* 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.

GIEC/OCDE/AIE. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat / Organisation de coopération et de développement économiques/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.

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.

Levelton, B.H. 1991. I*nventory of Methane Emissions from Landfills in Canada.* Rapport non publié préparé pour Environnement Canada par Levelton & Associates.

Maurice, C. et A. Lagerkvist. 2003. *LFG emission measurements in cold climatic conditions: season variations and methane emissions mitigation.* Cold Regions Science and Technology 36:37–46.

McCann, T.J. 1994. *Uncertainties in Canada's 1990 Greenhouse Gas Emission Estimates: A Quantitative Assessment.* Préparé pour Environnement Canada par T.J. McCann and Associates.

NCASI. National Council for Air and Stream Improvement. 2003. *Calculation Tools for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Wood Products Manufacturing Facilities*.

Pelt, R., R.L. Bass, R.E. Heaton, C. White, A. Blackard, C. Burklin et A. Reisdorph. 1998. *User's Manual Landfill Gas Emissions Model, Version 2.0.* Rapport préparé pour le Control Technology Centre, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, par Radian International and the Eastern Research Group.

RNCan. Ressources naturelles Canada. 1997. *National Wood Residue Data Base*. Ressources naturelles Canada (documents de J. Roberts).

RNCan. Ressources naturelles Canada. 1999. *Canada's Wood Residues: A Profile of Current Surplus and Regional Concentrations.* Préparé à l'intention de la Table de concertation nationale sur les changements climatiques dans le secteur forestier par le Service canadien des forêts, Direction générale de l'industrie, de l'économie et des programmes. Ressources naturelles Canada.

RNCan. Ressources naturelles Canada. 2005. *Estimation de la production, de la consommation et des surplus de résidus de bois d'usines au Canada en 2004*. Rapport national préparé pour Ressources naturelles Canada par l'Association des produits forestiers du Canada.

RNCan. Ressources naturelles Canada. 2006. *Analyse des possibilités de récupération des ressources au Canada et prévision des retombées sur les émissions de gaz à effet de serre.* Ressources naturelles du Canada.

RTI Research Triangle Institute. 2004. *Documentation for Changes to the Methodology for the Inventory of Methane Emissions from Landfills*.

Statistique Canada. 2000. *Enquête de l'industrie de la gestion des déchets : secteur des entreprises et des administrations publiques.* Système de comptabilité national, Statistique Canada. N° 16F0023XIF au catalogue.

Statistique Canada. 2003. *Enquête de l'industrie de la gestion des déchets : secteur des entreprises et des administrations publiques.* Système de comptabilité national, Statistique Canada. N° 16F0023XIF au catalogue.

Statistique Canada. 2004. *Enquête de l'industrie de la gestion des déchets : secteur des entreprises et des administrations publiques*. Système de comptabilité national, Statistique Canada. N° 16F0023XIF au catalogue.

Statistique Canada. 2006. *Statistiques démographiques annuelles.* N° 91-213-XIB au catalogue. Disponible en ligne à: http://publications.gc.ca/site/archivee-archived.html?url=http://publications.gc.ca/Collection-R/Statcan/91-213-XIB/0000591-213-XIB.pdf

Statistique Canada. 2007a. *Enquête de l'industrie de la gestion des déchets : secteur des entreprises et des administrations publiques.* Système de comptabilité national, Statistique Canada. Nº 16F0023XIF au catalogue.

Statistique Canada. 2007b. *Statistiques sur les aliments*. Nº 21-020-XIF au catalogue.

Statistique Canada. 2008a. E*nquête de l'industrie de la gestion des déchets : secteur des entreprises et des administrations publiques.* Système de comptabilité national, Statistique Canada. Nº 16F0023XIF au catalogue.

Statistique Canada. 2008b. *Statistiques sur les aliments*. Nº 21-020-XIF au catalogue.

Statistique Canada. 2010a. *Statistiques sur les aliments*. Nº 21-020-XIF au catalogue. Disponible en ligne à : http://www.statcan.gc.ca/pub/21-020-x/21-020-x2009001-fra.pdf?contentType=application%2Fpdf

Statistique Canada. 2010b. *Enquête de l'industrie de la gestion des déchets : secteur des entreprises et des administrations publiques.* Système de comptabilité national, Statistique Canada. No 16F0023XIF au catalogue. Disponible en ligne à : http://www.statcan.gc.ca/pub/16f0023x/16f0023x2010001-fra.pdf.

Statistique Canada. 2013a. E*nquête de l'industrie de la gestion des déchets : secteur des entreprises et des administrations publiques.* Système de comptabilité national, Statistique Canada. No 16F0023XIF au catalogue. Disponible en ligne à : http://www.statcan.gc.ca/pub/16f0023x/16f0023x2013001-fra.pdf.

Statistique Canada. 2013b. *Compostage par les ménages au Canada – EnviroStats*.. Nº 16-002-X au catalogue. Disponible en ligne à : http://www.statcan.gc.ca/pub/16-002-x/2013001/article/11848-fra.pdf

Statistique Canada. 2015a. *Estimations démographiques annuelles : Canada, provinces et territoire*s. Nº 91-215-X au catalogue. Version de septembre 2015. Disponible en ligne à : http://www.statcan.gc.ca/pub/91-215-x/91-215-x2015000-fra.htm

Statistique Canada. 2015b. Tableau 153-0042 *Matières récupérées, selon la source, Canada, provinces et territoires*. Base de données CANSIM [modifiée le 9 juin 2015, consultée le 4 février 2015]. Disponible en ligne à : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?id=1530042&retrLang=fra&lang=fra

Statistique Canada. 2015c. Tableau 152-0041 *Élimination de déchets, selon la source, Canada, provinces et territoires.* Base de données CANSIM [modifiée le 9 juin 2015, consultée le 4 février 2015]. Disponible en ligne à : http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?id=1530041&retrLang=fra&lang=fra.

Tchobanoglous, G.H. et S. Vigil Theisen. 1993. *Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues*, McGraw Hill, New York, (N.Y.).

Thompson, S., J. Sawyer, R.K. Bonam et S. Smith. 2006. *Recommendations for Improving the Canadian Methane Generation Model for Landfills.* Natural Resources Institute, Université du Manitoba, Winnipeg (Manitoba).

Thompson, S. et S. Tanapat. 2005. *Waste management options for greenhouse gas reduction,* Journal of Environmental Informatics 6(1): 16–24.

USEPA. U.S. Environmental Protection Agency. 1995. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors.* Vol. I. Stationary Point and Area Sources. Chapter 2: Solid Waste Disposal. 5th Edition. Disponible en ligne : http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch02/index.html.

Chapitre 8, Recalculs et mesures d'amélioration

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 1997. *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996* : volumes 1, 2 et 3. J.T. Houghton, L.G.Meira Filho, B. Lim, K. Tréanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, D.J. Griggs, B.A. Callander (dir. de publ.). GIEC/OCDE/AIE, Paris (France).

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2000. R*ecommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux*. J. Penman, D. Kruger, I. Galbally, T. Hiraishi, B. Nyenzi, S. Emmanuel, L. Buendia, R. Hoppaus, T. Martinsen, J. Meijer, K. Miwa, K. Tanabe (dir. de publ.). GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama (Japon).

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2003. *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie*. J. Penman, M. Gytarsky, T. Hiraishi, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe, F. Wagner (dir. de publ.). GIEC/IGES, Hayama (Japon).

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.

GIEC. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. *Contribution of Working Group I 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 (Royaume Uni) et Cambridge University Press, New York (New York) (États Unis).