

GES 1990-2019

MÉTHODOLOGIES DE CALCUL D'ÉMISSIONS,
DESCRIPTION DES SECTEURS
ET FACTEURS D'ÉMISSION

ANNEXES À L'INVENTAIRE QUÉBÉCOIS DES ÉMISSIONS DE GAZ

À EFFET DE SERRE EN 2019 ET LEUR ÉVOLUTION DEPUIS 1990

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction des inventaires et de la gestion des halocarbures du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) en collaboration avec la Direction des pratiques agroenvironnementales de la Direction générale de l'appui à l'agriculture durable du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCC.

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : 418 646-5974

Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Dépôt légal – 2022

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN : 978-2-550-92467-8 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

GES 1990-2019

MÉTHODOLOGIES DE CALCUL D'ÉMISSIONS,
DESCRIPTION DES SECTEURS
ET FACTEURS D'ÉMISSION

ANNEXES À L'INVENTAIRE QUÉBÉCOIS DES ÉMISSIONS DE GAZ

À EFFET DE SERRE EN 2019 ET LEUR ÉVOLUTION DEPUIS 1990



Table des matières

Liste des tableaux	5
Annexe 1.....	7
Acronymes, sigles et abréviations	8
A1.1. Introduction	10
A1.2. Transports.....	13
A1.3. Industries.....	15
A1.3.1. Combustion industrielle.....	15
A1.3.2. Procédés industriels et utilisation des produits	19
A1.3.3. Émissions fugitives	21
A1.4. Résidentiel, commercial et institutionnel	23
A1.4.1. Énergie fossile	23
A1.4.2. Chauffage au bois.....	24
A1.5. Agriculture.....	25
A1.5.1. Fermentation entérique.....	25
A1.5.2. Gestion du fumier	26
A1.5.3. Gestion des sols agricoles.....	28
A1.5.4. Chaulage, urée et autres engrais carbonés.....	30
A1.6. Déchets	32
A1.6.1. Lieux d'enfouissement	32
A1.6.2. Traitement biologique des déchets	36
A1.6.3. Traitement et rejet des eaux usées municipales.....	37
A1.6.4. Incinération des déchets	44
A1.7. Électricité.....	45
Annexe 2.....	46
Annexe 3.....	51
Références.....	61

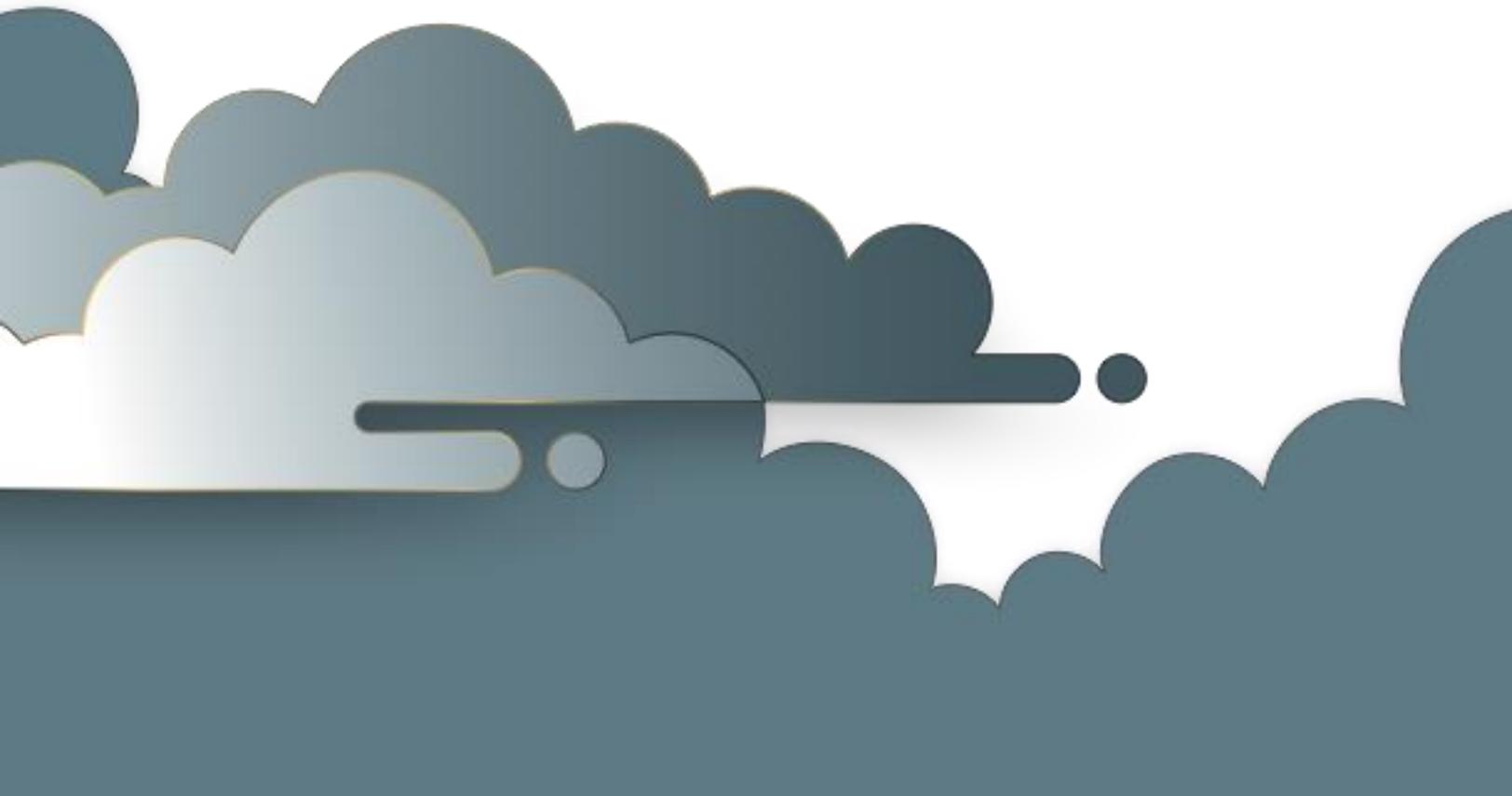
Liste des tableaux

Tableau A1.1 Description générale des secteurs de l'inventaire québécois des GES.....	11
Tableau A1.2 Provenance des données d'émission de GES des secteurs de l'inventaire québécois.....	12
Tableau A1.3 Sous-secteurs et catégories du secteur des transports.....	13
Tableau A1.4 Provenance des données d'émission de GES de la catégorie « Pipelines » (combustion) ...	14
Tableau A1.5 Combustibles considérés et sources de données des quantités de combustibles de la catégorie « Pipelines ».....	14
Tableau A1.6 Provenance des données d'émission de GES du sous-secteur « Combustion industrielle »	15
Tableau A1.7 Combustibles considérés et sources de données des quantités de combustibles du sous-secteur « Combustion industrielle ».....	17
Tableau A1.8 Provenance des données d'émission de GES du sous-secteur « Procédés industriels et utilisation des produits »	19
Tableau A1.9 Provenance des données d'émission de GES du sous-secteur « Émissions fugitives ».....	21
Tableau A1.10 Provenance des données d'émission de GES du secteur « Résidentiel, commercial et institutionnel » (énergie fossile)	23
Tableau A1.11 Combustibles considérés et sources de données des quantités de combustibles du secteur « Résidentiel, commercial et institutionnel » (énergie fossile)	23
Tableau A1.12 Sous-secteurs et GES générés du secteur de l'agriculture	25
Tableau A1.13 Provenance des données d'émission de GES du secteur déchets	32
Tableau A1.14 Provenance des données d'émission de GES du secteur électricité.....	45
Tableau A1.15 Combustibles considérés et sources de données des quantités de combustibles du secteur électricité.....	45
Tableau A2.1 Description détaillée des secteurs de l'inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre 1990-2019.....	47
Tableau A3.1 Facteurs d'émission de la combustion de combustible fossile dans les équipements fixes (kg/kL).....	52
Tableau A3.2 Facteurs d'émission de la combustion de gaz naturel dans les équipements fixes (kg/10 ³ m ³)	54
Tableau A3.3 Facteurs d'émission de la combustion de déchets ligneux pour les scieries (kg/tma).....	54
Tableau A3.4 Facteurs d'émission de la production de charbon de bois (kg/t).....	54
Tableau A3.5 Facteurs d'émission de la combustion de la biomasse par type d'équipement (kg/tma)	55
Tableau A3.6 Paramètres du modèle de décomposition de premier ordre servant à l'estimation des émissions de méthane produit par les déchets des lieux d'enfouissement municipaux	55
Tableau A3.7 Facteur de correction du méthane (FCM) des lieux d'enfouissement municipaux.....	56
Tableau A3.8 Études de caractérisation des déchets utilisées pour les secteurs résidentiel, industriel, commercial et institutionnel (ICI) et construction, rénovation et démolition (CRD) des lieux d'enfouissement municipaux.....	56
Tableau A3.9 Facteurs d'émission de la combustion du gaz d'enfouissement (kg/10 ³ m ³ de méthane).....	57
Tableau A3.10 Paramètres du modèle de décomposition de premier ordre servant à l'estimation des émissions de méthane produit par les déchets des lieux d'enfouissement dédiés aux usines de pâtes et papiers.....	57
Tableau A3.11 Siccité utilisée lorsque non spécifiée pour les types de boues des lieux d'enfouissement dédiés aux usines de pâtes et papiers.....	58

Tableau A3.12 Facteurs d'émission du compostage (kg/t) et de la biométhanisation (% de méthane) des déchets	58
Tableau A3.13 Paramètres servant à l'estimation des émissions de méthane provenant du traitement et du rejet des eaux usées municipales.....	59
Tableau A3.14 Consommation de protéines (kg/personne/an) servant à l'estimation des émissions d'oxyde nitreux provenant du traitement et du rejet des eaux usées municipales	60

Annexe 1

Méthodologies de compilation
de l'inventaire québécois des émissions atmosphériques



Acronymes, sigles et abréviations

CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CH₄	Méthane
CO₂	Dioxyde de carbone
CO₂-C	Émissions de dioxyde de carbone exprimées en tant qu'émissions de carbone
CRD	Construction, rénovation et démolition
CRIQ	Centre de recherche industrielle du Québec
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
éq. CO₂	Équivalent CO ₂
DBO₅	Demande biochimique en oxygène après 5 jours
DET	Dépôt en tranchées
DMS	Dépôt de matériaux secs
FE	Facteur d'émission
GES	Gaz à effet de serre
GJ	Gigajoule
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GNL	Gaz naturel liquéfié
HFC	Hydrofluorocarbures
ICI	Industriel, commercial et institutionnel
LED CD	Lieu d'enfouissement de débris de construction ou de démolition
LEET	Lieu d'enfouissement en tranchées
LES	Lieu d'enfouissement sanitaire
LET	Lieu d'enfouissement technique
kg	Kilogramme
kL	Kilolitre
km	Kilomètre
m³	Mètre cube
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
N	Azote
NF₃	Trifluorure d'azote
NH₃	Ammoniac

NH₃-N	Émissions d'ammoniac exprimées en tant qu'émissions d'azote
N₂O	Oxyde nitreux
N₂O-N	Émissions d'oxyde nitreux exprimées en tant qu'émissions d'azote
NO_x	Oxydes d'azote
NO_x-N	Émissions d'oxydes d'azote exprimées en tant qu'émissions d'azote
PER	Plan d'eau récepteur
PFC	Perfluorocarbures
RDOCECA	Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère
SF₆	Hexafluorure de soufre
SGF	Système de gestion des fumiers
SPEDE	Système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre
t	Tonne métrique
TEP	Tonne en équivalent pétrole
t éq. CO₂	Tonne métrique en équivalent CO ₂
tma	Tonne métrique anhydre
TSS	Total des solides en suspension

A1.1. Introduction

L'inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre (ci-après, « inventaire ») est basé sur les lignes directrices du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (GIEC, 2006), comme le requiert la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). La compilation de l'inventaire requiert l'utilisation de nombreuses sources de données dont les principales sont les suivantes :

- **Données fournies par les entreprises québécoises**

Jusqu'en 2007, les entreprises transmettaient leurs données d'émission ou de consommation énergétique et de production de façon volontaire. À partir de ces données, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) déterminait les émissions de GES de chaque établissement. Depuis 2007, les entreprises sont tenues de fournir ces renseignements en vertu du Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (RDOCECA; Québec, 2021a). Afin de simplifier le texte subséquent, l'appellation « déclarations » sera utilisée pour désigner autant les données transmises en vertu du RDOCECA que celles fournies de façon volontaire par les entreprises;

- **Données des partenaires**

Plusieurs partenaires fournissent des données permettant la compilation de l'inventaire, notamment :

- Statistique Canada
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC)
- Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP)
- RECYC-QUÉBEC
- Institut de la statistique du Québec (ISQ).

Le **Tableau A1.1** résume les émissions incluses dans chacun des grands secteurs de l'inventaire. Un tableau détaillé par sous-secteurs et par catégories est présenté à l'Annexe 2.

Tableau A1.1 Description générale des secteurs de l'inventaire québécois des GES

Secteurs	Description
Transports	Émissions des combustibles consommés dans les équipements mobiles ainsi que dans les équipements de combustion liés à la distribution des produits pétroliers et du gaz naturel. Le CO ₂ provenant des biocarburants est exclu.
Industries	Émissions de la combustion et des procédés des établissements industriels (raffineries de pétrole, exploitation minière, fonderies de fonte et d'acier, sidérurgie, usines de bouletage, usines de pâtes et papiers, industries chimiques, cimenteries, usines de chaux, production d'aluminium et de magnésium, fonte et affinage de métaux non ferreux) et émissions fugitives des raffineries de pétrole et de la distribution du pétrole et du gaz naturel. Inclut aussi les émissions de la combustion et des procédés de toute autre industrie non énumérée précédemment. Comprend également les émissions de l'utilisation, même dans les secteurs non industriels, d'halocarbures (HFC et PFC), de SF ₆ et de NF ₃ , l'utilisation de PFC et de SF ₆ dans les équipements électriques, le N ₂ O utilisé comme agent propulseur et anesthésique, de même que les émissions de la combustion fixe dans la construction, l'agriculture et la foresterie. Le CO ₂ provenant de la biomasse (combustion ou fermentation) est exclu.
Résidentiel, commercial et institutionnel	Émissions des combustibles fossiles et de la biomasse consommés dans les bâtiments résidentiels, commerciaux, institutionnels et d'administration publique, à l'exclusion du CO ₂ provenant de la biomasse. Les émissions de l'utilisation d'halocarbures (HFC et PFC) pour la climatisation des bâtiments sont comptabilisées avec les industries.
Agriculture	Émissions liées à la production agricole, à l'exclusion des émissions de la combustion et des émissions liées à l'affectation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie.
Déchets	Émissions provenant des lieux d'enfouissement municipaux, incluant les émissions de la combustion et du torchage des gaz d'enfouissement sur les sites, des lieux d'enfouissement dédiés aux usines de pâtes et papiers, du traitement biologique des déchets (compostage et biométhanisation), de l'incinération des déchets ainsi que du traitement et du rejet des eaux usées municipales. Le CO ₂ provenant de la biomasse (combustion ou fermentation) est exclu.
Électricité	Émissions des combustibles consommés pour la production d'électricité dans les centrales thermiques publiques (Hydro-Québec).

À partir des meilleures données disponibles, différentes méthodologies de compilation sont employées pour produire l'inventaire et elles seront détaillées dans les prochaines sections. Le **Tableau A1.2** résume la provenance des émissions des grands secteurs de l'inventaire.

Tableau A1.2 Provenance des données d'émission de GES des secteurs de l'inventaire québécois

Secteurs	Déclarations	Estimations
Transports	x	x
Industries	x	x
Résidentiel, commercial et institutionnel	x	x
Agriculture		x
Déchets	x	x
Électricité	x	x

Pour chaque secteur, les émissions de chacun des GES mentionnés à l'encadré 2 « Les gaz à effet de serre » de l'inventaire 2019 (MELCC, 2021c) sont calculées en tonnes métriques (t). Ces émissions sont converties en équivalent CO₂ (éq. CO₂) afin de pouvoir les additionner et permettre la comparaison entre différents secteurs et sous-secteurs. Les émissions de GES sont converties en équivalent CO₂ à l'aide de l'Équation A1.1.

Équation A1.1

$$CO_{2\text{éq.}} = \sum_i GES_i * PRP_i$$

Où :

CO_{2éq.} = émissions de GES en t éq. CO₂;

GES_{*i*} = émissions du GES *i* en t;

PRP_{*i*} = potentiel de réchauffement planétaire du GES *i* indiqué à l'encadré 2;

i = chaque GES de l'encadré 2.

A1.2. Transports

Les émissions de GES du secteur des transports comprennent plusieurs catégories de transports routiers et hors route, de même que du transport aérien, ferroviaire et maritime. Également, les émissions provenant des équipements fixes de combustion liés à la distribution des produits pétroliers et du gaz naturel (catégorie « Pipelines ») sont incluses dans ce secteur.

Le **Tableau A1.3** montre les sous-secteurs et les catégories de transports présentés dans l'inventaire.

Tableau A1.3 *Sous-secteurs et catégories du secteur des transports*

Sous-secteurs	Catégories
Transport routier	Automobiles
	Camions légers
	Véhicules lourds
	Autres transports routiers
Transport maritime	Transport maritime intérieur
	Transport maritime militaire
	Pêches
Transport ferroviaire	Transport ferroviaire
Transport aérien	Transport aérien intérieur
	Transport aérien militaire
Autres transports	Véhicules hors route : Agriculture et foresterie
	Véhicules hors route : Commercial et institutionnel
	Véhicules hors route : Fabrication, mines et construction
	Véhicules hors route : Résidentiel
	Véhicules hors route : Autres
	Pipelines

Les émissions de GES des transports au Québec sont compilées par ECCC. Elles sont fournies au MELCC détaillées par catégorie. À l'exception de la catégorie « Pipelines » qui doit faire l'objet d'un rapprochement¹ pour tenir compte des déclarations, les données d'ECCC sont utilisées telles quelles dans l'inventaire. Les émissions de la catégorie « Pipelines » sont estimées par le MELCC à l'aide de la même méthodologie que pour les [énergies fossiles](#) des industries.

Les détails de la méthodologie employée par ECCC pour l'estimation des émissions des transports sont disponibles dans la section A3.1.4.2 de la partie 2 du rapport d'inventaire national (ECCC, 2021a). Notamment, toutes les quantités de diesel, d'essence et de carburants pour l'aviation qui sont attribuées à différents secteurs autres que les transports dans les données de consommation énergétique finale utilisées pour la compilation sont assignées au transport par ECCC. En effet, il n'est pas possible pour ECCC de départager ce qui est employé dans les équipements mobiles de ce qui est consommé dans les équipements fixes (p. ex., une génératrice) pour ces combustibles. Par conséquent, puisque les déclarations de tous les secteurs visés peuvent comprendre des émissions liées à l'utilisation de ces combustibles dans les

¹ Le rapprochement des données est une procédure qui consiste à éliminer la prise en compte répétée d'émissions qui sont à la fois dans les données estimées et les déclarations, le cas échéant.

équipements fixes, ces dernières sont exclues de la compilation afin d'éviter un double comptage.

Le **Tableau A1.4** indique la provenance des émissions pour la catégorie « Pipelines » des autres transports.

Tableau A1.4 *Provenance des données d'émission de GES de la catégorie « Pipelines » (combustion)*

Catégorie	Déclarations	Estimations
Pipelines	x	x

Le **Tableau A1.5** présente les références des données statistiques utilisées dans les calculs et les facteurs d'émission sont présentés au **Tableau A3.1** de l'Annexe 3. Pour cette catégorie, le diesel est considéré dans les estimations. Lorsque des données statistiques ne sont pas rendues disponibles par Statistique Canada parce que confidentielles, des estimations en fonction d'autres données disponibles sont faites.

Tableau A1.5 *Combustibles considérés et sources de données des quantités de combustibles de la catégorie « Pipelines »*

Source calculée	Provenance des quantités de combustibles (StatCan, 2011, 2021a)
Pipelines	Tableau 25-10-0005-01 – archivé (1990-1994)
Gaz naturel	Tableau 25-10-0030-01 (1995-2019)
Diesel	Consommation énergétique finale, ligne <i>Pipelines</i>

A1.3. Industries

Les émissions de GES du secteur des industries comprennent les émissions de la combustion et des procédés de fabrication des établissements industriels du Québec et de l'utilisation de produits (HFC, PFC, SF₆, NF₃ et N₂O), de même que les émissions fugitives des raffineries et de la distribution du gaz naturel.

A1.3.1. Combustion industrielle

Les émissions de GES de la combustion industrielle proviennent des déclarations (alumineries, raffineries, usines de pâtes et papier, etc.) et d'estimations. Ces dernières sont utilisées afin d'estimer les émissions des établissements qui ne dépassent pas les seuils de déclaration, par exemple les usines, commerces ou institutions de petite taille.

Les émissions du diesel, de l'essence ou des carburants d'aviation utilisés dans les sources fixes ne sont pas comprises dans ce sous-secteur, car elles sont déjà considérées dans le secteur des transports, comme mentionné précédemment.

Le **Tableau A1.6** résume la provenance des émissions pour ce sous-secteur.

Tableau A1.6 Provenance des données d'émission de GES du sous-secteur « Combustion industrielle »

Catégories	Déclarations	Estimations
Production et raffinage des combustibles fossiles	X	
Exploitation minière	X	X
Production de minéraux non métalliques		
Cimenteries	X	
Usines de chaux	X	
Production de métaux ferreux		
Fonderies de fonte et d'acier	X	
Sidérurgie	X	
Usines de bouletage	X	
Production de métaux non ferreux		
Production d'aluminium	X	
Production de magnésium	X	
Fonte et affinage de métaux non ferreux	X	
Industries chimiques	X	
Usines de pâtes et papiers	X	
Autres		
Autres manufacturiers		
Énergie fossile	X	X
Énergie issue de biomasse		
Scieries	X	X
Cabanés à sucre		X
Construction		X
Agriculture		X
Foresterie		X

Les prochaines sections présentent les méthodologies de calcul des émissions pour les différentes catégories de combustion industrielle ainsi que les sources de données utilisées.

A1.3.1.1. Production et raffinage des combustibles fossiles

Toutes les raffineries de pétrole déclarent leurs émissions de GES au MELCC. La particularité des raffineries dans l'inventaire est que leurs émissions de procédés et leurs émissions de combustion doivent être imputées à la combustion industrielle (GIEC, 2006, chapitre 2). Ainsi, les émissions fugitives déclarées par les raffineries ne sont pas considérées dans le sous-secteur de la combustion industrielle, mais plutôt dans celui des émissions fugitives.

A1.3.1.2. Exploitation minière

Certains établissements d'extraction de minerais, d'exploitation de carrières, de traitement de roche et de production de sable et gravier déclarent leurs émissions au MELCC. Toutefois, les déclarations ne couvrent pas tous les établissements existants pour cette catégorie. Ainsi, afin que l'inventaire soit représentatif, les émissions de GES liées à la combustion industrielle sont estimées à partir de données de consommation énergétique de Statistique Canada, qui font l'objet d'un rapprochement avec les quantités déjà comprises dans les déclarations, le cas échéant. La méthodologie et les sources de données utilisées pour calculer les émissions non couvertes par les déclarations des établissements d'exploitation minière sont présentées à la section [Énergie fossile](#).

A1.3.1.3. Production de minéraux non métalliques

Les cimenteries et la plupart des usines de chaux déclarent annuellement leurs émissions au MELCC. Les émissions de la combustion déclarées par ces établissements sont utilisées directement pour l'inventaire.

A1.3.1.4. Production de métaux ferreux

La plupart des établissements liés à la production de métaux ferreux déclarent leurs émissions au MELCC. Les émissions de la combustion déclarées par ces établissements sont utilisées directement pour l'inventaire. Si de petits établissements, par exemple des fonderies, ne sont pas tenus de produire une déclaration, les émissions des combustibles fossiles qu'ils utilisent seront estimées avec tous les autres manufacturiers non déclarants à l'aide de la méthodologie présentée à la section [Énergie fossile](#) et leurs émissions seront considérées dans la catégorie « Autres manufacturiers ».

A1.3.1.5. Industries chimiques

Plusieurs établissements liés à la production de produits chimiques déclarent leurs émissions au MELCC. Les émissions de la combustion déclarées par ces établissements sont utilisées directement pour l'inventaire. Si de petits établissements ne sont pas tenus de produire une déclaration, les émissions des combustibles fossiles qu'ils utilisent seront estimées avec tous les autres manufacturiers non déclarants à l'aide de la méthodologie présentée à la section [Énergie fossile](#) et leurs émissions seront considérées dans la catégorie « Autres manufacturiers ».

A1.3.1.6. Usines de pâtes et papiers

Les usines de pâtes et papiers déclarent leurs émissions au MELCC. Les émissions de la combustion déclarées par ces établissements sont utilisées directement pour l'inventaire.

A1.3.1.7. Autres

A1.3.1.7.1. Énergie fossile

Divers établissements œuvrant dans des domaines manufacturiers autres que ceux couverts par les grands secteurs industriels énumérés précédemment déclarent leurs émissions au MELCC. Toutefois, il n'y a aucune déclaration pour les sous-catégories construction, agriculture et foresterie. Ainsi, afin que l'inventaire soit représentatif des émissions de ces sous-catégories et des émissions des établissements qui ne sont pas tenus de déclarer leurs émissions, les émissions de GES liées à la combustion industrielle sont estimées à partir de données de consommation énergétique de Statistique Canada, qui font l'objet d'un rapprochement

avec les quantités déjà comprises dans les déclarations, le cas échéant.

Les émissions de chaque GES sont calculées à l'aide de l'Équation A1.2.

Équation A1.2

$$GES_i = \sum_j combustible_j * FE_{i,j} * 10^{-3}$$

Où :

GES_i = émissions du GES i de la combustion, en t;

$combustible_j$ = consommation du combustible j , en millier de mètres cubes (10^3m^3) pour le gaz naturel et en kilolitre (kL) pour les combustibles liquides;

$FE_{i,j}$ = facteur d'émission du GES i pour le combustible j , en $\text{kg}/10^3\text{m}^3$ pour le gaz naturel et en kg/kL pour les combustibles liquides;

i = CO_2 , CH_4 ou N_2O ;

j = gaz naturel, mazout lourd, mazout léger, kérosène (mazout pour poêle) ou propane.

Le **Tableau A1.7** présente les sources de données statistiques utilisées dans les calculs et les facteurs d'émission sont présentés au **Tableau A3.1** et au **Tableau A3.2** de l'Annexe 3. Lorsque des données statistiques ne sont pas rendues disponibles par Statistique Canada parce que confidentielles, des estimations en fonction d'autres données disponibles sont faites.

Tableau A1.7 Combustibles considérés et sources de données des quantités de combustibles du sous-secteur « Combustion industrielle »

Sources calculées	Provenance des quantités de combustibles (StatCan, 2011, 2021a, 2021b)
Exploitation minière Gaz naturel Mazout lourd (n° 5 et n° 6) Mazout léger n° 2 Kérosène (mazout pour poêle) Propane	Tableau 25-10-0005-01 – archivé (1990-1994) Tableau 25-10-0030-01 (1995-2019) Tableau 25-10-0026-01 (1995-2019) Consommation énergétique finale, ligne <i>Extraction minière et de pétrole et de gaz</i>
Autres manufacturiers Gaz naturel Mazout lourd (n° 5 et n° 6) Mazout léger n° 2 Kérosène (mazout pour poêle) Propane	Tableau 25-10-0005-01 – archivé (1990-1994) Tableau 25-10-0030-01 (1995-2019) Tableau 25-10-0026-01 (1995-2019) Consommation énergétique finale, lignes <i>Fabrication total, Transformé en énergie électrique par industries, Transformé en produits pétroliers raffinés, Transformé en production de vapeur</i>
Construction Gaz naturel Mazout lourd (n° 5 et n° 6) Mazout léger n° 2 Kérosène (mazout pour poêle) Propane	Tableau 25-10-0005-01 – archivé (1990-1994) Tableau 25-10-0030-01 (1995-2019) Tableau 25-10-0026-01 (1995-2019) Consommation énergétique finale, ligne <i>Construction</i>
Agriculture Gaz naturel Mazout lourd (n° 5 et n° 6)	Tableau 25-10-0005-01 – archivé (1990-1994) Tableau 25-10-0030-01 (1995-2019) Consommation énergétique finale, ligne <i>Agriculture</i>

Mazout léger n° 2 Kérosène (mazout pour poêle) Propane	
Foresterie Mazout lourd (n° 5 et n° 6) Mazout léger n° 2 Kérosène (mazout pour poêle)	Tableau 128-0003 – archivé (1990-1994) Tableau 25-10-0030-01 (1995-2019) Consommation énergétique finale, ligne <i>Foresterie et exploitation forestière et activités de soutien à la foresterie</i>

A1.3.1.7.2. Énergie issue de biomasse

Certains établissements utilisent la biomasse, comme les déchets ligneux, pour produire de l'énergie. Considérant l'importance de cette utilisation dans les scieries et les cabanes à sucre et étant donné que les émissions liées à cette utilisation ne sont pas toutes déclarées, des estimations sont nécessaires pour compléter l'inventaire.

A1.3.1.7.2.1. Scieries (Autres manufacturiers)

Les quantités de déchets ligneux brûlés à des fins énergétiques et déclarées par les scieries ainsi que les quantités de déchets ligneux brûlés déclarées au MFFP (MFFP, 2021) en vertu du Règlement sur les permis d'exploitation d'usines de transformation du bois (Québec, 2021b) sont utilisées afin de déterminer les quantités de déchets ligneux pour lesquelles les émissions de GES ne sont pas déclarées. Les émissions de GES sont ensuite calculées à l'aide de l'Équation A1.3. Les facteurs d'émission sont présentés au **Tableau A3.3** de l'Annexe 3. Les émissions de CO₂ libérées par la combustion du bois sont d'origine biogénique et ne sont donc pas incluses à l'inventaire.

Équation A1.3

$$GES_i = \text{déchet ligneux} * FE_i * 10^{-3}$$

Où :

GES_i = émissions du GES i , en t;

déchet ligneux = consommation de déchet ligneux, en tma;

FE_i = facteur d'émission du GES i en kg/tma;

i = CH₄ ou N₂O.

A1.3.1.7.2.2. Cabanes à sucre (Autres manufacturiers)

Les émissions de GES des cabanes à sucre, considérées dans le secteur industriel de l'inventaire, comprennent les émissions liées à la combustion du bois pour le chauffage des bâtiments et pour les évaporateurs pour la production du sirop.

Les émissions de CO₂ libérées par la combustion du bois sont d'origine biogénique et ne sont donc pas incluses à l'inventaire. Les émissions de CH₄ et de N₂O ont été calculées à partir des données d'utilisation de biomasse (MERN, 2021). Le détail de la méthodologie employée peut être consulté à la section [Chauffage au bois](#) du secteur Résidentiel, commercial et institutionnel de la présente annexe.

A1.3.2. Procédés industriels et utilisation des produits

Les émissions de GES des procédés industriels englobent les émissions provenant de l'utilisation non énergétique des combustibles et les GES émis comme sous-produits dérivant directement des procédés industriels. Elles proviennent en bonne partie des déclarations (alumineries, raffineries, pâtes et papier, etc.). Les émissions liées à l'utilisation des produits comme les HFC, les PFC, le SF₆ et le N₂O comprennent les émissions de ces gaz utilisés à différentes fins, telles que la réfrigération, la fabrication des mousses plastiques, l'isolation des équipements électriques ou comme agent propulseur et anesthésique, et ne font pas toutes l'objet de déclarations au MELCC. Elles doivent être complétées par des estimations afin d'avoir le portrait complet pour le Québec.

Le **Tableau A1.8** résume la provenance des émissions pour ce sous-secteur.

Tableau A1.8 Provenance des données d'émission de GES du sous-secteur « Procédés industriels et utilisation des produits »

Catégories	Déclarations	Estimations
Autres production et consommation d'halocarbures, SF₆ et NF₃	X	X
Fabrication et utilisation d'autres produits		
Agents propulseurs		
Anesthésiques		X
Utilisation de PFC et SF ₆ dans les équipements électriques	X	X
Production d'aluminium et de magnésium		
Production d'aluminium	X	
Production de magnésium	X	
Production de métaux ferreux		
Fonderies de fonte et d'acier	X	
Sidérurgie	X	
Usines de bouletage	X	
Production de minéraux non métalliques		
Cimenteries	X	
Usines de chaux	X	
Autres produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants	X	X

A1.3.1.8. Autres production et consommation d'halocarbures, SF₆ et NF₃

Chaque catégorie du tableau précédent inclut ses propres émissions de HFC, de PFC, de SF₆ et de NF₃, à l'exception de la catégorie « Autres produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants », qui ne comprend que des émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O. La catégorie « Autres production et consommation d'halocarbures, de SF₆ et de NF₃ » rassemble les émissions de HFC, de PFC, de SF₆ et de NF₃ de tous les autres secteurs non présentés séparément dans le tableau précédent. Les émissions dans cette dernière catégorie incluent les déclarations des établissements et sont complétées à l'aide des données du dernier inventaire national (ECCC, 2021b) pour les années nécessaires. Cela est nécessaire pour les HFC et les PFC, puisque cette catégorie de l'inventaire d'ECCC inclut également des émissions de l'utilisation de gaz réfrigérants dans le secteur « Résidentiel, commercial et institutionnel » qui ne font pas partie des déclarations faites au MELCC. Les données disponibles actuellement ne permettent

pas leur séparation entre les différents usages.

A1.3.1.9. Fabrication et utilisation d'autres produits

A1.3.1.9.1. Agents propulseurs et anesthésiques

Les émissions de N₂O provenant de l'utilisation d'agents propulseurs et anesthésiques au Québec sont compilées par ECCC. Elles sont fournies au MELCC détaillées par catégorie et sont utilisées telles quelles dans l'inventaire. Les détails de la méthodologie employée par ECCC sont disponibles dans la section 4.18.2. de la partie 1 du rapport d'inventaire national (ECCC, 2021a).

A1.3.1.9.2. Utilisation de PFC et de SF₆ dans les équipements électriques

Le SF₆ et le CF₄ sont utilisés comme gaz isolants dans les équipements électriques (transformateurs, disjoncteurs, etc.). Les émissions proviennent de fuites lors de bris d'équipement et de fuites infimes dans le temps qui doivent être compensées par remplissage. De 1990 à 2008, les données d'ECCC pour le Québec sont utilisées (ECCC, 2021b). De 2009 à 2011, les données proviennent des rapports sur le développement durable d'Hydro-Québec (Hydro-Québec, 2009, 2010, 2011). De 2012 à 2019, ce sont les données relatives aux équipements électriques déclarées au MELCC qui sont utilisées.

A1.3.1.10. Production d'aluminium et de magnésium

À ce jour, il n'y a plus d'usines de fabrication de magnésium au Québec, mais elles déclaraient leurs émissions au MELCC pendant les années où elles étaient en exploitation. Les alumineries, quant à elles, déclarent toutes leurs émissions au MELCC. Les émissions autres que celles de la combustion qui sont déclarées par ces établissements sont utilisées directement pour l'inventaire.

A1.3.1.11. Production de métaux ferreux

La plupart des établissements liés à la production de métaux ferreux déclarent leurs émissions au MELCC. Les émissions autres que celles de la combustion qui sont déclarées par ces établissements sont utilisées directement pour l'inventaire. Si de petits établissements ne sont pas tenus de produire une déclaration, leurs émissions de procédés ne feront pas partie de l'inventaire. Leur contribution à l'inventaire, le cas échéant, serait négligeable.

A1.3.1.12. Production de minéraux non métalliques

Les cimenteries et la plupart des usines de chaux déclarent leurs émissions au MELCC. Les émissions autres que celles de la combustion qui sont déclarées par ces établissements sont utilisées directement pour l'inventaire.

A1.3.1.13. Autres produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants

Divers établissements œuvrant dans des domaines manufacturiers autres que ceux couverts par les grands secteurs industriels énumérés précédemment déclarent leurs émissions au MELCC et leurs émissions autres que celles de la combustion ou de l'utilisation des produits (halocarbures, SF₆, NF₃) sont utilisées directement pour l'inventaire. Ces émissions de CO₂, de CH₄ ou de N₂O peuvent provenir de l'utilisation non énergétique de combustible, de sous-produits des procédés ou activités, comme l'utilisation d'explosifs, ou de la destruction de composés comme les composés organiques volatils pour éviter leur émission.

Des émissions liées à l'élimination de déchets ligneux dans les scieries au début des années 1990 et au procédé de production du charbon de bois sont estimées pour compléter l'inventaire.

A1.3.1.13.1. Scieries

Les quantités de déchets ligneux brûlés à des fins de destruction à l'aide de brûleurs coniques déclarées par les scieries au MELCC pour certaines années sont utilisées afin d'estimer les quantités de déchets ligneux détruits pour les années manquantes, soit 1990 et 1991. Ce type d'équipement a cessé d'être utilisé au Québec en 2006. Les émissions de CO₂ libérées par la combustion du bois sont d'origine biogénique et ne sont donc pas incluses à l'inventaire. Les émissions de GES pour les années 1990 et 1991 sont calculées selon l'Équation A1.3.

A1.3.1.13.2. Industrie du charbon de bois

Les émissions de la production de charbon de bois résultent de la carbonisation du bois. Les émissions de CO₂ libérées par le bois sont d'origine biogénique et ne sont pas incluses à l'inventaire. Les émissions sont calculées à l'aide de l'Équation A1.4.

Équation A1.4

$$GES_{i,a} = production_a * FE_{i,a} * 10^{-3}$$

Où :

$GES_{i,a}$ = émissions de GES i pour l'année a , en t;

$Production_a$ = production de charbon de bois pour l'année a , en t;

$FE_{i,a}$ = facteur d'émission du GES i pour l'année a , en kg/t;

i = CH₄ ou N₂O;

a = année d'inventaire.

Les facteurs d'émission sont présentés au **Tableau A3.4** de l'Annexe 3. L'évolution du facteur d'émission pour le CH₄ considère l'installation d'épurateur avec une efficacité de 98 %.

La production annuelle de 1990 à 2015 provient des différentes éditions du *Portrait statistique* (MFFP, 1990-2015). À partir de 2016, la production provient des données déclarées au MELCC.

A1.3.3. Émissions fugitives

Au Québec, les émissions fugitives proviennent des fuites et du torchage dans les raffineries de pétrole et des réseaux de transport et de distribution du gaz naturel. Le **Tableau A1.9** résume la provenance des émissions pour ce sous-secteur.

Tableau A1.9 Provenance des données d'émission de GES du sous-secteur « Émissions fugitives »

Catégorie	Déclarations	Estimations
Pétrole et gaz naturel		
Raffineries de pétrole	x	
Distribution du gaz naturel	x	x

A1.3.1.14. Raffineries de pétrole

Les raffineries déclarent leurs émissions au MELCC et leurs émissions fugitives (torches et équipements antipollution, émissions de CH₄ provenant des réservoirs de stockage, des séparateurs huile-eau, des opérations de chargement, des réseaux de purge, des composantes d'équipements et des événements de procédés) sont considérées dans le sous-secteur « Émissions fugitives ». Toutes les autres émissions de GES liées à la production de produits pétroliers raffinés sont incluses dans le sous-secteur de la combustion industrielle.

A1.3.1.15. Distribution du gaz naturel

Les émissions de cette sous-catégorie comprennent les émissions fugitives de CH₄ associées à la transmission, à la distribution et à l'entreposage du gaz naturel.

Plusieurs établissements déclarent leurs émissions au MELCC. Les émissions des établissements qui ne déclarent pas d'émissions fugitives au MELCC, ou les émissions datant d'avant que des établissements soient tenus de produire une déclaration, sont estimées. Les émissions qui sont connues pour certaines années servent de référence (déclarations volontaires et CICC, 2000) et sont utilisées pour calculer un facteur d'émission pour les sources suivantes : transport, distribution, entreposage, bris de canalisation par des tiers et usine de gaz naturel liquéfié (GNL). Les longueurs totales des conduites de transmission pour la province (StatCan, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001) ou les longueurs totales des conduites de distribution connues pour certains établissements servent de référence et sont utilisées comme taux d'activité. Les émissions sont calculées à l'aide de l'Équation A1.5.

Équation A1.5

$$\text{CH}_{4_{i,a}} = \frac{\text{CH}_{4_{i,a_0}}}{L_{i,a_0}} * L_{i,a}$$

Où :

CH_{4_{i,a}} = émissions de CH₄, en t pour la source *i* et l'année *a*;

CH_{4_{i,a0}} = émissions de CH₄, en t pour la source *i* et l'année de référence *a*₀;

L_{*i,a0*} = longueur totale pour la province des conduites de transmission ou longueur des conduites de distribution connue pour certains établissements de référence pour la source *i* pour l'année de référence *a*₀, en km;

L_{*i,a*} = longueur totale pour la province des conduites de transmission ou longueur des conduites de distribution pour la source *i* pour l'année *a*, en km;

i = transport, distribution, entreposage, bris par des tiers ou usine de GNL;

a = année d'inventaire;

*a*₀ = année de référence.

A1.4. Résidentiel, commercial et institutionnel

Les émissions de GES du secteur « Résidentiel, commercial et institutionnel » comprennent principalement les émissions liées au chauffage des bâtiments résidentiels, commerciaux, institutionnels et de l'administration publique.

A1.4.1. Énergie fossile

Peu d'établissements dans les sous-secteurs « Résidentiel » et « Commercial et institutionnel » sont tenus de déclarer leurs émissions au MELCC. Par conséquent, afin que l'inventaire soit représentatif des émissions de ces sous-secteurs, celles-ci sont estimées à partir de données de consommation énergétique de Statistique Canada, qui font l'objet d'un rapprochement pour les quantités déjà comprises dans les déclarations, le cas échéant. Le **Tableau A1.10** résume la provenance des émissions pour ces sous-secteurs.

Tableau A1.10 Provenance des données d'émission de GES du secteur « Résidentiel, commercial et institutionnel » (énergie fossile)

Sous-secteurs	Déclarations	Estimations
Résidentiel		x
Commercial et institutionnel		
Commerces et institutions	x	x
Administration publique	x	x

Les émissions du diesel et de l'essence ne sont pas considérées dans ces sous-secteurs, car elles sont déjà incluses dans les transports.

Les émissions de chaque GES sont calculées avec l'Équation A1.2 de la section [Énergie fossile](#).

Le **Tableau A1.11** présente les références des données statistiques utilisées dans les calculs et les facteurs d'émission sont présentés au **Tableau A3.1** et au **Tableau A3.2** de l'Annexe 3. Lorsque des données statistiques ne sont pas rendues disponibles par Statistique Canada parce que confidentielles, des estimations en fonction d'autres données disponibles sont faites.

Tableau A1.11 Combustibles considérés et sources de données des quantités de combustibles du secteur « Résidentiel, commercial et institutionnel » (énergie fossile)

Source calculée	Provenance des quantités de combustibles (StatCan, 2011, 2021a, 2021b)
Résidentiel	Tableau 25-10-0005-01 – archivé (1990-1994)
Gaz naturel	Tableau 25-10-0030-01 (1995-2019)
Mazout lourd (n° 5 et n° 6)	Consommation énergétique finale, ligne <i>Résidentiel</i>
Mazout léger n° 2	
Kérosène (mazout pour poêle)	
Propane	
Commerces et institutions	Tableau 25-10-0005-01 – archivé (1990-1994)
Gaz naturel	Tableau 25-10-0030-01 (1995-2019)
Mazout lourd (n° 5 et n° 6)	Consommation énergétique finale, ligne <i>Commerces et autres institutions</i>
Mazout léger n° 2	
Kérosène (mazout pour poêle)	
Propane	
Administration publique	Tableau 25-10-0005-01 – archivé (1990-1994)
Gaz naturel	Tableau 25-10-0030-01 (1995-2019)

Mazout lourd (n° 5 et n° 6) Mazout léger n° 2 Kérosène (mazout pour poêle) Propane	Consommation énergétique finale, ligne <i>Administrations publiques</i>
---	---

A1.4.2. Chauffage au bois

Les émissions de CO₂ libérées par le chauffage au bois sont d'origine biogénique et ne sont donc pas incluses à l'inventaire pour ce sous-secteur. Les émissions de CH₄ et de N₂O ont été calculées à partir des données de consommation de biomasse (MERN, 2021) et de la méthodologie de la section A6.6 de la partie 2 du rapport d'inventaire national 1990–2019 (ECCC, 2021a). Les facteurs d'émission dépendent du type d'équipement utilisé. Ces facteurs sont présentés au **Tableau A3.5** de l'Annexe 3.

Les quantités de biomasse qui sont en tonnes en équivalent pétrole (TEP) sont converties en tonnes métriques anhydres (tma) à l'aide de l'Équation A1.6.

Équation A1.6

$$biomasse = biomasse_{TEP} * PC / PCI$$

Où :

biomasse = quantité de biomasse anhydre, en tma;

biomasse_{TEP} = biomasse consommée, en TEP;

PC = facteur de conversion (41,87 GJ/TEP; MERN, 2021);

PCI = pouvoir calorifique inférieur de la biomasse anhydre (16,3 GJ/tma)².

Elles sont ensuite réparties entre les différents types d'équipement utilisés dans les habitations québécoises. Les émissions sont calculées à l'aide de l'Équation A1.7.

Équation A1.7

$$GES_i = \sum_j biomasse_j * FE_{i,j} * 10^{-3}$$

Où :

GES_i = émissions du GES *i*, en t;

Biomasse_j = quantité de biomasse utilisée pour l'équipement *j*, en tma;

FE_{i,j} = facteur d'émission du GES *i* et de l'équipement *j*, en kg/tma;

i = CH₄ ou N₂O;

j = type d'équipement (foyers, poêles, fournaises ou autre).

Les émissions de chauffage au bois du secteur industriel (voir [Cabanès à sucre](#)) sont calculées en utilisant la même méthodologie que celle du secteur « Résidentiel, commercial et institutionnel ».

² Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) 16,3 GJ/tma a une teneur en humidité de 0 %. Il a été calculé à partir du PCI à 19 % d'humidité (13,2 GJ/tm) (ECCC, 2021a, section A6.6 de la partie 2).

A1.5. Agriculture

Les émissions de GES du secteur de l'agriculture comprennent uniquement celles liées à la production agricole. Elles n'incluent pas les émissions du chauffage des bâtiments agricoles et des équipements mobiles ni celles liées à l'affectation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie.

C'est le MAPAQ, qui estime les émissions de GES pour les quatre sous-secteurs de la production agricole présentés dans l'inventaire. Le **Tableau A1.12** présente les GES générés pour les sous-secteurs de l'agriculture.

Tableau A1.12 Sous-secteurs et GES générés du secteur de l'agriculture

Sous-secteurs	GES
Fermentation entérique	CH ₄
Gestion du fumier	CH ₄ et N ₂ O
Gestion des sols agricoles	N ₂ O
Chaulage, urée et autres engrais carbonés	CO ₂

La méthodologie présentée est un survol des sous-secteurs de l'inventaire agricole québécois qui couvre la période de 1990 à 2019. Elle présente un sommaire des équations utilisées ainsi que les sources de données utilisées spécifiquement pour le Québec.

Les méthodes de calcul suivent la formule de base suivante :

Équation A1.8

$$\text{Émissions} = \text{Données sur les activités} * \text{facteurs d'émission}$$

A1.5.1. Fermentation entérique

La fermentation entérique est un processus normal de digestion des herbivores, surtout des ruminants comme les bovins. Les émissions varient notamment en fonction de l'espèce animale, de l'âge des animaux et de leur nombre. Les émissions de CH₄ provenant de la fermentation entérique pour toutes les catégories animales sont calculées à l'aide de l'Équation A1.9.

Équation A1.9

$$CH_{4_{fe}} = \sum_T N_T * FE_{(fe)T}$$

Où :

CH_{4_{fe}} = émissions résultant de la fermentation entérique pour toutes les catégories animales, en kg CH₄/année;

N_T = nombre de têtes par catégorie animale T. Cette donnée est tirée de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

FE_{(fe)T} = facteur d'émission de CH₄ pour la fermentation entérique par catégorie animale, en kg CH₄/animal/année (ECCC, 2021a; GIEC, 2006).

A1.5.2. Gestion du fumier

Les émissions en lien avec la gestion du fumier varient notamment en fonction de la méthode de gestion, des propriétés du fumier, des espèces animales et du nombre d'animaux. Trois types d'émissions sont attribuables à la gestion des fumiers, soit les émissions directes de CH₄ en lien avec les déjections ainsi que les émissions directes et indirectes de N₂O.

Émissions de CH₄

Les émissions directes de CH₄ sont calculées à l'aide de l'Équation A1.10.

Équation A1.10

$$CH_{4MM} = \sum_T N_T * FE_{(MM)T}$$

Où :

CH_{4MM} = émissions directes de CH₄ résultant de la gestion du fumier pour toutes les catégories animales, en kg CH₄/année;

N_T = nombre de têtes par catégorie animale T. Cette donnée est tirée de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

FE_{(MM)T} = facteur d'émission pour estimer les émissions de CH₄ issues de la gestion des fumiers, en kg CH₄/tête/année (ECCC, 2021a; GIEC, 2006).

Émissions de N₂O liées aux systèmes de gestion des fumiers

Les émissions de N₂O liées aux systèmes de gestion des fumiers (SGF) découlent de processus biologiques, notamment celui de la minéralisation des matières organiques et de la nitrification et de la dénitrification de l'azote minéral. Elles couvrent les émissions directes et indirectes vers l'atmosphère.

Émissions directes de N₂O attribuables aux systèmes de gestion des fumiers

Les émissions directes de N₂O varient notamment en fonction des taux d'excrétion d'azote pour les différentes catégories animales, des types de SGF et des facteurs d'émission associés à chacun des SGF. Elles sont calculées à l'aide de l'Équation A1.11.

Équation A1.11

$$N_2O_{D(gf)} = \sum_{SGF} (N_T * N_{SGF} * N_{EX,T}) * FE_{SGF} * 44/28$$

Où :

N₂O_{D(gf)} = émissions directes de N₂O pour toutes les catégories de SGF, excluant les pâturages, en kg N₂O/année;

N_T = nombre de têtes par catégorie animale T. Cette donnée est tirée de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

N_{SGF} = pourcentage de fumier sous les différents systèmes de gestion (solide, liquide, autre). Ces données sont tirées de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

N_{EX,T} = taux d'azote excrété pour estimer les émissions de N₂O issues de la gestion des fumiers, en kg N/tête/année. (ECCC, 2021a; GIEC, 2006);

FE_{SGF} = facteur d'émission de l'azote par catégorie animale sous les différents systèmes de gestion, en kg N₂O-N/kg N. (GIEC, 2006);
 44/28 = coefficient de conversion de N₂O-N en N₂O.

Émissions indirectes de N₂O attribuables aux systèmes de gestion des fumiers

Les émissions indirectes de N₂O attribuables aux SGF surviennent lors de la volatilisation de l'azote sous forme de NH₃ et de NO_x puis son dépôt subséquent, ainsi que lors du lessivage et du ruissellement de l'azote.

Les émissions indirectes de N₂O sont calculées à l'aide de l'Équation A1.12 pour la volatilisation.

Équation A1.12

$$N_2O_{D(gf)} = \sum_{SGF} (N_T * N_{SGF} * N_{EX,T} * Frac_{GazGF(T,SGF)}) * FE_4 * 44/28$$

Où :

$N_2O_{D(gf)}$ = émissions indirectes de N₂O attribuables à la volatilisation pour toutes les catégories de SGF, excluant les pâturages et enclos, en kg N₂O/année;

N_T = nombre de têtes par catégorie animale T . Cette donnée est tirée de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

N_{SGF} = pourcentage de fumier sous les différents systèmes de gestion (solide, liquide, autre). Ces données sont tirées de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

$N_{EX,T}$ = taux d'azote excrété pour estimer les émissions de N₂O issues de la gestion des fumiers, en kg N/tête/année (ECCC, 2021a; GIEC, 2006);

$Frac_{GazGF(T,SGF)}$ = fraction de l'azote volatilisé en provenance des systèmes de gestion, en % NH₃-N/NO_x-N (ECCC, 2021a);

FE_4 = facteur d'émission de N₂O à la suite du dépôt de l'azote (volatilisation), en kg N₂O-N/(kg NH₃-N + NO_x-N volatilisé (GIEC, 2006);

44/28 = coefficient de conversion de N₂O-N en N₂O.

Les émissions indirectes de N₂O sont calculées à l'aide de l'Équation A1.13 pour le lessivage et le ruissellement de l'azote.

Équation A1.13

$$N_2O_{L(gf)} = \sum_{SGF} (N_T * N_{SGF} * N_{EX,T} * Frac_{LessSG(T,SGF)}) * FE_5 * 44/28$$

Où :

$N_2O_{L(gf)}$ = les émissions indirectes de N₂O attribuables au lessivage et au ruissellement pour toutes les catégories de SGF, excluant les pâturages et enclos, en kg N₂O/année;

N_T = nombre de têtes par catégorie animale T . Cette donnée est tirée de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

N_{SGF} = pourcentage de fumier sous les différents systèmes de gestion (solide, liquide, autre). Ces données sont tirées de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

$N_{EX,T}$ = taux d'azote excrété pour estimer les émissions de N₂O issues de la gestion des fumiers, en

kg N/tête/année (ECCC, 2021a);

$Frac_{LessSG(T,SGF)}$ = fraction de l'azote lessivé et ruisselé en provenance des systèmes de gestion, en % NH_3-N/NO_x-N (ECCC, 2021a);

FE_5 = facteur d'émission de N_2O après lessivage et ruissellement, en kg N_2O-N/kg N lessivé et ruisselé (GIEC, 2006);

44/28 = coefficient de conversion de N_2O-N en N_2O .

A1.5.3. Gestion des sols agricoles

Les émissions de N_2O attribuables à la gestion des sols agricoles se composent d'émissions directes, soit par l'ajout d'azote au sol, et d'émissions indirectes, soit par la volatilisation des engrais azotés inorganiques et des fumiers sous forme de NH_3 et de NO_x et de leur dépôt subséquent, ainsi que par lessivage et ruissellement de l'azote.

Émissions directes de N_2O

Les émissions directes de N_2O sont calculées pour les fertilisants minéraux, les engrais de ferme, les pâturages, enclos et parcours, les matières résiduelles fertilisantes, les résidus de cultures, le travail du sol pour semis et les sols organiques cultivés. Les émissions sont calculées à l'aide de l'Équation A1.14.

Équation A1.14

$$N_2O_{Direct} = (N_2O - N_{inputs} + N_2O - N_{sols\ organiques\ cultivés} + N_2O - N_{Pâturage}) * 44/28$$

Où :

N_2O_{Direct} = émissions directes de N_2O attribuables à la gestion des sols agricoles, en kg $N_2O/année$;

N_2O-N_{inputs} = émissions directes de N_2O-N pour les fertilisants minéraux, les engrais de ferme, les matières résiduelles fertilisantes, les résidus de cultures et le travail du sol pour semis, en kg $N_2O-N/année$;

$N_2O-N_{Sols\ organiques\ cultivés}$ = émissions directes de N_2O-N pour la culture des sols organiques, en kg $N_2O-N/année$;

$N_2O-N_{Pâturage}$ = émissions directes de N_2O-N pour l'urine et le fumier déposés dans les pâturages, les grands parcours et les enclos par les animaux de pacage, en kg $N_2O-N/année$;

44/28 = coefficient de conversion de N_2O-N en N_2O .

Émissions indirectes de N_2O attribuables à la gestion des sols agricoles

Les émissions indirectes de N_2O attribuables à la gestion des sols surviennent lors de la volatilisation de l'azote ainsi que lors du lessivage et du ruissellement de l'azote.

Les émissions indirectes de N_2O attribuables à la volatilisation et au dépôt de l'azote sont calculées à l'aide de l'Équation A1.15.

Équation A1.15

$$N_2O_{VD} = \sum (N_{ENG,TN} * Frac_{GAZ NT} + Fum_{PGPE(T)} * Frac_{GazMS-PGPE,T} + N_{Fum-cultures} * Frac_{GazM}) * FE_4 * 44/28$$

Où :

N_2O_{VD} = émissions attribuables à la volatilisation et au dépôt de l'azote, en kg N_2O /année;

$N_{ENG, TN}$ = consommation d'engrais azotés inorganiques pour chaque type d'engrais azotés, en kg N/année. Ces données sont tirées de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

$Frac_{GAS NT}$ = fraction des engrais azotés inorganiques qui sont épandus sur les sols et qui se volatilisent, en kg NH_3-N /kg N (GIEC, 2006);

$Fum_{PGPE(T)}$ = quantité d'urine et de fumier azotés qui est excrétée dans les pâturages, les grands parcours et les enclos par catégorie animale T , en kg N/année (GIEC, 2006; ECCO, 2021a). Ces données sont également tirées de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

$Frac_{GasMS-PGPE,T}$ = fraction du fumier azoté volatilisé qui est épandu sur les pâturages, les grands parcours et les enclos par catégorie animale T pour l'ensemble du bétail, à l'exception des bovins laitiers, en kg $NH_3-N + NO_x-N$ /kg N (GIEC, 2006);

$N_{Fum-cultures}$ = engrais azotés organiques épandus sur les terres cultivées, en kg N/année. Ces données sont tirées de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

$Frac_{GasM}$ = fraction des engrais azotés organiques volatilisés pour l'ensemble du bétail, à l'exception des catégories de bovins laitiers et de porcs, en kg $NH_3-N + NO_x-N$ /kg N (GIEC, 2006);

FE_4 = facteur d'émission de N_2O à la suite du dépôt de N (volatilisation), en kg N_2O-N /kg N (GIEC, 2006);

44/28 = coefficient de conversion de N_2O-N en N_2O .

Les émissions indirectes de N_2O attribuables au lessivage d'engrais azotés inorganiques et organiques ainsi que de résidus de cultures azotés présents dans les sols agricoles sont calculées à l'aide de l'Équation A1.16.

Équation A1.16

$$N_2O_L = \sum (N_{ENG} + N_{Fum-cultures} + Fum_{PGPE} + N_{RES}) * Frac_{Lessivage} * FE_5 * 44/28$$

Où :

N_2O_L = émissions attribuables au lessivage et au ruissellement de l'azote, en kg N_2O /année;

N_{ENG} = engrais azotés inorganiques épandus, en kg N;

$N_{Fum-cultures}$ = engrais azotés organiques épandus comme engrais, en kg N;

Fum_{PGPE} = quantité d'urine et de fumier déposée dans les pâturages, les grands parcours et les enclos, en kg N;

N_{RES} = azote de résidus de cultures, en kg N;

$Frac_{Lessivage}$ = fraction de l'azote perdue par lessivage et ruissellement, en kg N/kg N (GIEC, 2006);

FE_5 = facteur d'émission de N_2O après lessivage et ruissellement, kg N_2O-N /kg N (GIEC, 2006);

44/28 = coefficient de conversion de N_2O-N en N_2O .

A1.5.4. Chaulage, urée et autres engrais carbonés

Émissions de CO₂ attribuables à l'application de calcaire

Le calcaire est utilisé notamment pour neutraliser les sols acides, accroître la disponibilité des nutriments du sol et améliorer le milieu de croissance des cultures. Durant le processus de neutralisation, des réactions d'équilibre du bicarbonate se créent et libèrent du CO₂. Les émissions de CO₂ résultant du chaulage sont calculées à l'aide de l'Équation A1.17.

Équation A1.17

$$CO_2 = M_{calcaire} * FE_{calcaire} * 44/12$$

Où :

CO₂ = émissions annuelles dues à l'application de chaux, en kg CO₂/année;

$M_{calcaire}$ = quantité annuelle de calcaire consommée dans la province, en kg/année. Cette donnée est tirée de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

$FE_{calcaire}$ = facteur d'émission pour le calcaire (12 %) (GIEC, 2006);

44/12 = coefficient de conversion de CO₂-C en CO₂.

Émissions de CO₂ attribuables à l'application d'urée

L'application d'urée pour stimuler la production des cultures libère du CO₂ par hydrolyse. Les émissions de CO₂ résultant de l'application d'urée sont calculées à l'aide de l'Équation A1.18.

Équation A1.18

$$CO_2 = M_{urée} * FE_{urée} * 44/12$$

Où :

CO₂ = émissions annuelles dues à l'application de l'urée, en kg CO₂/année;

$M_{urée}$ = quantité annuelle d'urée appliquée dans la province, en kg/année. Cette donnée est tirée de l'information recueillie annuellement par le MAPAQ;

$FE_{urée}$ = facteur d'émission (20 %) (GIEC, 2006);

44/12 = coefficient de conversion de CO₂-C en CO₂.

Émissions de CO₂ attribuables à la perte de carbone des sols organiques

Les émissions de CO₂ résultant de la perte de carbone des sols organiques sont calculées à l'aide de l'Équation A1.19.

Équation A1.19

$$CO_2 = \textit{Superficie cultivée} * FE_{\textit{sols organiques}} * 44/12$$

Où :

CO₂ = émissions annuelles dues à la perte de carbone des sols organiques, en t CO₂/année;

Superficie cultivée = superficie des sols organiques cultivée, en hectare. Cette donnée est tirée de l'information recueillie par le MAPAQ;

FE_{sols organiques} = facteur d'émission des sols organiques cultivés, (5 Mg C/ha) (ECCC, 2021a);

44/12 = coefficient de conversion de CO₂-C en CO₂.

A1.6. Déchets

Les émissions de GES du secteur des déchets comprennent les émissions de l'enfouissement des déchets, du traitement biologique des déchets, du traitement et du rejet des eaux usées et de l'incinération des déchets. Certaines données proviennent des déclarations, d'autres doivent être estimées. Le **Tableau A1.13** résume la provenance des émissions pour ces sous-secteurs.

Tableau A1.13 Provenance des données d'émission de GES du secteur déchets

Sous-secteurs	Déclarations	Estimations
Lieux d'enfouissement municipaux	x	x
Lieux d'enfouissement dédiés aux usines de pâtes et papiers		x
Traitement biologique des déchets		
Compostage		x
Biométhanisation		x
Traitement et rejet des eaux usées municipales		x
Incinération des déchets	x	

A1.6.1. Lieux d'enfouissement

L'enfouissement des déchets est présenté en deux sous-secteurs : l'enfouissement dans les lieux d'enfouissement municipaux et l'enfouissement dans les lieux d'enfouissement dédiés aux usines de pâtes et papiers. Les émissions de ces deux sous-secteurs sont calculées séparément. Les lieux d'enfouissement municipaux sont subdivisés en lieux d'enfouissement sanitaire (LES), lieux d'enfouissement technique (LET), dépôts en tranchées (DET), lieux d'enfouissement en tranchées (LEET), dépotoirs, dépôts de matériaux secs (DMS) et lieux d'enfouissement de débris de construction ou de démolition (LEDCE).

L'enfouissement des déchets produit principalement du CO₂ d'origine biogénique et du CH₄, et le torchage et la valorisation énergétique du gaz d'enfouissement sur site produisent du CO₂ biogénique, du CH₄ et du N₂O. Les émissions de CO₂ d'origine biogénique ne sont pas incluses à l'inventaire. L'enfouissement des déchets municipaux se divise en trois types de collectes : résidentiel; industriel, commercial et institutionnel (ICI) et construction, rénovation et démolition (CRD).

A1.6.1.1. Lieux d'enfouissement municipaux

Les émissions des lieux d'enfouissement municipaux comprennent les émissions fugitives de CH₄ et les émissions dues à la combustion du gaz d'enfouissement sur site.

Calcul des émissions fugitives du gaz d'enfouissement

Les émissions de CH₄ sont calculées en soustrayant les quantités de CH₄ détruit et valorisé du CH₄ généré calculé à l'aide d'un modèle de décomposition de premier ordre, comme décrit dans la révision 2019 des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre* (GIEC, 2019). La valeur de 0,5 recommandée pour la fraction de gaz d'enfouissement qui est du CH₄ a été utilisée. Le coefficient d'oxydation biologique (OX) du CH₄ est appliqué au CH₄ qui n'a pas été capté. Le calcul des émissions peut se résumer par l'Équation A1.20.

Équation A1.20

$$\text{CH}_4 = (\text{CH}_{4\text{produit}} - \text{CH}_{4\text{capté}}) * (1 - \text{OX})$$

Où :

CH_4 = quantité de CH_4 émis par l'enfouissement pendant l'année, en t;

$\text{CH}_{4\text{produit}}$ = quantité de CH_4 produit par l'enfouissement pendant l'année, en t;

$\text{CH}_{4\text{capté}}$ = quantité de CH_4 capté par les sites d'enfouissement pendant l'année, en t;

OX = facteur d'oxydation (0,1).

La quantité de méthane produit est calculée pour l'ensemble du Québec par type de matière et par type de lieu d'enfouissement en utilisant un modèle de décomposition de premier ordre (GIEC, 2019) qui comporte plusieurs paramètres. Les paramètres de fraction de carbone organique décomposable (COD), de fraction de carbone organique dégradable qui se décompose (COD_f) et de taux de décomposition (k) sont spécifiques pour une matière donnée, et le facteur de correction du méthane (FCM) est spécifique au type de lieu d'enfouissement. Ces différents paramètres sont décrits plus bas. Les paramètres des matières sont présentés au **Tableau A3.6** et le FCM des types de lieux d'enfouissement se trouve au **Tableau A3.7** de l'Annexe 3.

Carbone organique dégradable (COD)

Le COD représente la fraction de carbone organique dans les déchets en base humide qui est disponible pour la décomposition et est spécifique à chaque type de déchet. Le COD pour les boues de traitement des eaux se situe entre 0,4 et 0,5 en base sèche (GIEC, 2019, volume 5, section 3.2.2). Puisque les données sur l'enfouissement des boues sont en base humide, une siccité de 29 % (RECYC-QUÉBEC, 2008) est appliquée à la valeur moyenne de 0,45 pour obtenir la quantité en base humide.

Fraction de carbone organique dégradable qui se décompose (COD_f)

Le COD_f est la fraction du COD qui se décompose réellement dans les lieux d'enfouissement.

Taux de décomposition (k)

Le k représente la vitesse de décomposition du carbone organique. Plusieurs paramètres influencent cette vitesse, dont les conditions dans le lieu d'enfouissement et la température. Les valeurs par type de déchet utilisées proviennent des révisions 2019 des lignes directrices du GIEC (GIEC, 2019) pour un climat boréal humide.

Facteur de correction du méthane (FCM)

Le FCM dépend du type de gestion des lieux d'enfouissement. Par exemple, un site anaérobie bien géré aura un FCM de 1, tandis que le FCM d'un site semi-aérobie bien géré sera de 0,5. Ces valeurs proviennent des révisions 2019 des *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre* (GIEC, 2019). Un FCM de moins de 1 signifie qu'une partie du carbone qui aurait dû se décomposer en CH_4 s'est décomposé en CO_2 , car le milieu est plus oxygéné. De plus, le FCM prend en compte les pratiques de brûlage sur les lieux d'enfouissement.

Données d'enfouissement

Le modèle de décomposition de premier ordre nécessite l'utilisation des quantités de déchets par type de déchet enfoui dans chaque type de lieu d'enfouissement. Pour obtenir ces quantités, il faut connaître la répartition entre les trois types de collectes : résidentielles, ICI et CRD, car les caractérisations des déchets sont par type de collecte. De plus, il faut connaître la répartition par type de lieu d'enfouissement pour associer le bon FCM. La provenance des données et les méthodes de répartitions sont décrites plus bas.

Les données d'enfouissement proviennent de plusieurs sources. De 1941 à 1991, les quantités éliminées par type de lieu ont été estimées par la Direction des matières résiduelles du MELCC. Il y a spécifiquement les données pour 1950, 1960, 1970, 1980 et 1985. Les données manquantes de 1941 à 1991 ont été interpolées linéairement et extrapolées avec la population de 1941 à 1949. À partir de 1992, les données sur l'enfouissement par type de lieu ainsi que les quantités de boues de traitement des eaux qui sont enfouies proviennent des bilans de la gestion des matières résiduelles au Québec (RECYC-QUÉBEC, 2000 à 2018). Une interpolation linéaire a été utilisée pour combler les données manquantes.

Les déchets totaux sont séparés dans les trois grands types de collectes selon l'information disponible sur leur proportion. À partir de 2015, les ratios par type de collecte provenant des données d'élimination des matières résiduelles au Québec (MELCC, 2015-2019) sont appliqués pour chaque année en question. De 2000 à 2014, la séparation est réalisée avec les données des bilans de la gestion des matières résiduelles au Québec (RECYC-QUÉBEC, 1998 à 2018). Pour les années manquantes, une interpolation linéaire est utilisée. De 1941 à 1999, la moyenne des valeurs de 2000 à 2008 est utilisée pour séparer les types de collectes.

En connaissant la séparation par type de collecte et indépendamment par type de lieu d'enfouissement, il est possible d'estimer l'enfouissement de chaque type de collecte dans chaque type de lieu. La même méthode générale s'applique pour toutes les années. Pour commencer, les DMS et les LEDCD n'enfouissent que des matières des collectes de CRD; celles-ci sont donc retirées du total de CRD. Ensuite, le reste des déchets des trois types de collectes sont séparés par prorata dans les autres lieux d'élimination.

Pour obtenir les quantités de déchets par type de déchet et par type de lieu d'enfouissement, il faut utiliser des caractérisations de la composition des déchets enfouis. Ces caractérisations sont séparées par type de collecte et par période. Les différentes périodes et les caractérisations attribuées sont présentées au **Tableau A3.8** de l'Annexe 3. Pour les collectes résidentielles avant 1990, il est estimé qu'il n'y avait pas de recyclage et que tous les déchets qui sont recyclés dans l'étude de caractérisation (Chamard, 2000) sont enfouis.

Gaz d'enfouissement capté

La quantité de méthane capté par les lieux d'enfouissement ($CH_{4capté}$) est calculée en additionnant les quantités de méthane torché ou valorisé sur site, ou transféré vers un autre site, provenant des déclarations au MELCC, les quantités de méthane détruit provenant des données des crédits compensatoires pour le captage des gaz d'enfouissement du Système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre (SPEDE; MELCC, 2021b) et du programme Biogaz (CSA, 2009-2013) et de l'information recueillie auprès des exploitants des lieux d'enfouissement. Un soin particulier est apporté pour ne pas compter la captation sur un site deux fois s'il se retrouve dans deux jeux de données. Ce total est utilisé dans l'Équation A1.20.

Calcul des émissions de la combustion du gaz d'enfouissement sur site

Les émissions dues au torchage et à la valorisation énergétique sur site sont calculées à l'aide de l'Équation A1.21. Les facteurs d'émission sont présentés au **Tableau A3.9** de l'Annexe 3.

Équation A1.21

$$GES_i = \text{Gaz d'enfouissement} * FE_i * 10^{-3}$$

Où :

GES_i = émissions du GES i , en t;

Gaz d'enfouissement = quantité de gaz d'enfouissement brûlé, en 10^3m^3 , en ne considérant que la part de méthane;

FE_i = facteur d'émission pour le GES i , en $\text{kg}/10^3\text{m}^3$;

i = CH_4 ou N_2O .

A1.6.1.2. Lieux d'enfouissement dédiés aux usines de pâtes et papiers

Les lieux d'enfouissement dédiés aux usines de pâtes et papiers n'ont pas d'équipement de captation des gaz d'enfouissement. Les émissions sont donc directement celles du modèle de décomposition de premier ordre, moins le 10 % de CH_4 oxydé biologiquement.

Les différents types de matières sont modélisés séparément. Les paramètres COD , COD_r et k spécifiques par matière sont détaillés au **Tableau A3.10** de l'Annexe 3 et le FCM des lieux d'enfouissement dédiés aux usines de pâtes et papiers est de 0,5. Sinon, le modèle est identique à celui des lieux d'enfouissement municipaux. La fraction volumique de méthane dans le gaz d'enfouissement est de 0,5 et le facteur d'oxydation de 0,1 est appliqué à l'entièreté du CH_4 produit. Le calcul des émissions peut se résumer par l'Équation A1.22.

Équation A1.22

$$\text{CH}_4 = \text{CH}_{4\text{produit}} * (1 - OX)$$

Où :

CH_4 = quantité de CH_4 émis par l'enfouissement pendant l'année, en t;

$\text{CH}_{4\text{produit}}$ = quantité de CH_4 produit par l'enfouissement pendant l'année, en t;

OX = facteur d'oxydation (0,1).

Les quantités de matières enfouies des usines de pâtes et papiers de 1993 à 2013 proviennent des bilans de conformité de l'industrie des pâtes et papiers (MELCC, 1993-2000 et MELCC, 2001-2013) et celles de 2014 à 2019 proviennent du Système de suivi environnemental (MELCC, 2021a). Ces données sont déjà séparées par type de matière et la siccité des boues est le plus souvent spécifiée. Lorsque la siccité n'est pas connue, les siccités moyennes par type de boue (Lavallée, 1996) ont été utilisées (ces valeurs sont détaillées au **Tableau A3.11** de l'Annexe 3).

Pour la période précédant 1993, la production annuelle de 1970 à 2003 des usines de pâtes et papiers au Québec (MERN, 2003) a été utilisée pour extrapoler l'enfouissement de 1970 à 1992 à partir des données de 1993. Les quantités des différentes matières ont aussi été corrigées pour refléter les changements de réglementation et de pratique du secteur. Avant 1990, on considère qu'il n'y a pas de désencrage, et

avant 1985, que seulement 20 % des usines de pâtes et papiers ont un traitement des eaux et que 30 % de plus d'écorces sont traitées dans les scieries.

Les facteurs COD des boues ont été estimés en interne avec la quantité de matières organiques par type de boue déterminée par une étude de caractérisation (Lavallée, 1996). De cette quantité de matière organique, une proportion de 50 % est considérée comme du carbone en prenant le bois comme matière modèle.

A1.6.2. Traitement biologique des déchets

Le traitement biologique des déchets comprend les sources d'émission du compostage et de la biométhanisation (digestion anaérobie). Les émissions de CO₂ libérées par le compostage et la biométhanisation des déchets sont d'origine biogénique puisqu'elles proviennent de la décomposition de la matière organique. Elles ne sont donc pas incluses à l'inventaire. Actuellement, il n'y a pas de déclarations faites au MELCC pour ces activités. Les émissions de CH₄ et de N₂O ont été calculées à partir des bilans de la gestion des matières résiduelles au Québec (RECYC-QUÉBEC, 2000 à 2018) et de la méthodologie de la section A3.6.2 du rapport d'inventaire national 1990-2019, partie 2 (ECCC, 2021a).

A1.6.2.1. Compostage

Les émissions de CH₄ et de N₂O provenant du traitement des déchets par compostage dépendent de la quantité et du type de déchets humides compostés à l'échelle des installations. Pour chaque installation de compostage, le facteur d'émission est déterminé par le type et le nombre de types de déchets présents à l'installation. Les quatre types de déchets sont les déchets de jardin, les déchets solides municipaux, les biosolides ou le fumier et un mélange des déchets susmentionnés. Les facteurs d'émission sont présentés au **Tableau A3.12** de l'Annexe 3.

Lorsqu'une installation traite uniquement des déchets de jardin ou des déchets solides municipaux, le facteur d'émission associé au type de déchet est utilisé. Autrement, lorsqu'une même installation traite des déchets de jardin et des déchets solides municipaux, le facteur du mélange de déchets est utilisé. Pour les biosolides ou le fumier, les émissions sont quantifiées indépendamment des autres types de déchets. Le facteur associé aux biosolides ou au fumier est toujours utilisé pour les quantités de ce type de déchet. Au Québec, les biosolides ou le fumier sont généralement traités sur des plateformes de compostage distinctes et ils ne sont pas mélangés aux autres types de déchets. Les émissions sont calculées à l'aide de l'Équation A1.23.

Équation A1.23

$$GES_i = \sum_j \text{déchet}_j * FE_{i,j} * 10^{-3}$$

Où :

GES_i = émissions du GES i , en t;

Déchet_j = quantité de déchets organiques humides traités pour le type de déchets j , en t;

$FE_{i,j}$ = facteur d'émission du GES i du type de déchets j , en kg/t;

i = CH₄ ou N₂O;

j = déchets de jardin, déchets solides municipaux, biosolides, fumier ou mélange de déchets.

Les émissions de CH₄ et de N₂O provenant du compostage des particuliers ne sont pas incluses.

A1.6.2.2. Biométhanisation

Émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ provenant de la biométhanisation sont estimées avec les quantités de biogaz produit par les digesteurs. Les émissions correspondent à la portion de méthane du biogaz produit qui est perdue sur place par les fuites du système à l'échelle des installations. Les pertes attribuées à la valorisation et à la combustion incomplète du biogaz ne sont pas incluses dans les calculs. Elles sont considérées comme épisodiques et évitées au Québec. Les émissions sont calculées à l'aide de l'Équation A1.24.

Équation A1.24

$$CH_4 = \sum_i M_i * F_{CH_4} * D * FE * 10^{-3}$$

Où :

CH₄ = émissions de CH₄, en t;

M_i = production de biogaz pour l'installation *i*, en m³;

F_{CH₄} = fraction de biogaz sous forme de CH₄ (0,63);

D = densité du biogaz (0,667 kg/m³);

FE = facteur d'émission exprimé en fraction de la quantité totale de biogaz produit perdue sur place (0,021);

i = installation *i*.

Lorsque les quantités de biogaz produit ne sont pas disponibles, la production de biogaz d'une installation peut être estimée à partir des quantités de matières premières humides traitées et de facteurs de conversion par type de déchet. Les quatre types de déchets sont les eaux usées (22 m³/t), les déchets agricoles (39,5 m³/t), les déchets solides municipaux (120,9 m³/t) et les déchets solides industriels, commerciaux et institutionnels (125 m³/t) (Canadian Biogas Association, 2020).

Émissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont considérées comme négligeables, conformément aux lignes directrices du GIEC. Elles ne sont donc pas estimées pour cette source d'émission.

Les émissions de CH₄ et N₂O provenant des digesteurs anaérobies agricoles ne sont pas estimées ni incluses dans l'inventaire. Seules les émissions des installations industrielles et municipales sont quantifiées. Les émissions attribuables à la digestion anaérobie des boues dans les installations de traitement des eaux usées sont incluses à la section [Traitement et rejet des eaux usées municipales](#).

A1.6.3. Traitement et rejet des eaux usées municipales

Les émissions de CH₄ et de N₂O de ce sous-secteur sont calculées à partir de la méthodologie de la section A3.6.4 du rapport d'inventaire national 1990-2019, partie 2 (ECCC, 2021a). Les émissions de CO₂ provenant du traitement et du rejet des eaux usées municipales sont d'origine biogénique et ne sont donc pas incluses à l'inventaire.

Émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ provenant du traitement et du rejet des eaux usées municipales sont produites lors des trois étapes de ce processus : traitement des eaux usées (CH_{4trait}), digestion anaérobie des boues (CH_{4DA}) et rejet dans le plan d'eau récepteur (CH_{4PER}). Les émissions pour ce secteur sont calculées à l'aide de l'Équation A1.25.

Équation A1.25

$$CH_4 = CH_{4trait} + CH_{4DA} + CH_{4PER}$$

Où :

CH₄ = émissions totales de CH₄, en t;

CH_{4trait} = émissions de CH₄ provenant du traitement des eaux usées, en t;

CH_{4DA} = émissions de CH₄ provenant de la digestion anaérobie des boues, en t;

CH_{4PER} = émissions de CH₄ du rejet des eaux dans le plan d'eau récepteur, en t.

Émissions de CH₄ provenant du traitement des eaux usées

Les émissions de CH₄ provenant du traitement des eaux usées (CH_{4trait}) dépendent du type de traitement. Les émissions sont calculées à l'aide du facteur d'émission de CH₄ (FE_{CH₄i}) et de la charge de matières organiques dans les eaux usées (CO_i) ainsi que de la quantité de matières organiques retirées des eaux usées sous forme de boues (MO retirées sous forme de boues_i). Les émissions sont calculées en tenant compte du type de traitement (i) à l'aide de l'

Équation A1.26.

Équation A1.26

$$CH_{4trait} = \sum_i FE_{CH_4i} * (CO_i - MO \text{ retirées sous forme de boues}_i)$$

Où :

CH_{4trait} = émissions de CH₄ provenant du traitement des eaux usées, en t;

FE_{CH₄i} = facteur d'émission de CH₄ pour le traitement i, en t CH₄/t DBO₅;

CO_i = charge de matières organiques dans les eaux usées pour le traitement i, en t DBO₅;

MO retirées sous forme de boues_i = quantité de matières organiques retirées des eaux usées sous forme de boues pour le traitement i, en t DBO₅;

i = type de traitement.

Le FE_{CH₄i} est déterminé en utilisant la capacité maximale théorique de production de CH₄ (B₀) et avec un facteur de correction du méthane (FCM_i, **Tableau A3.13** de l'Annexe 3) qui est propre à chaque type de traitement. Le FE_{CH₄i} est calculé à l'aide de l'Équation A1.27.

Équation A1.27

$$FE_{CH_4i} = B_0 * FCM_i$$

Où :

FE_{CH_4i} = facteur d'émission de CH₄ pour le traitement i , en t CH₄/t DBO₅;

B_0 = capacité maximale théorique de production de CH₄ (0,36 t CH₄/t DBO₅);

FCM_i = facteur de correction du méthane pour le traitement i , fraction;

i = type de traitement.

Quant à la CO_i , elle est calculée en utilisant la population desservie par chaque type de traitement (Pop_i), le taux de charges organiques par habitant (DBO_5) ainsi qu'un coefficient de correction qui permet de tenir compte des apports industriels et commerciaux dans les eaux usées municipales (CIC). La CO_i est calculée à l'aide de l'Équation A1.28.

Équation A1.28

$$CO_i = Pop_i * DBO_5 * CIC * jour * 10^{-3}$$

Où :

CO_i = charge de matières organiques dans les eaux usées pour le traitement i , en t DBO₅;

Pop_i = population desservie par le traitement i , en habitant;

CIC = coefficient de correction pour les apports industriels et commerciaux (1,25);

DBO_5 = charge organique par habitant (0,06 kg DBO₅/habitant/jour);

$jour$ = nombre de jour de l'année;

i = type de traitement.

Pour ce qui est de la quantité de matières organiques retirées des eaux usées sous forme de boues (MO retirées sous forme de boues _{i}), elle est calculée à l'aide de la CO_i , de l'efficacité d'élimination de la DBO_5 du traitement ($eff.éli.DBO_{5i}$, **Tableau A3.13** de l'Annexe 3) et de la quantité de DBO_5 éliminée des eaux usées sous forme de boues par unité de DBO_5 éliminée durant le traitement ($DBO_{5b}/DBO_{5éli.i}$, **Tableau A3.13** de l'Annexe 3). La MO retirées sous forme de boues _{i} est calculée à l'aide de l'Équation A1.29.

Équation A1.29

$$MO \text{ retirées sous forme de boues}_i = CO_i * \text{eff.éli.DBO}_5 * DBO_5b / DBO_5\text{éli.}_i$$

Où :

$MO \text{ retirées sous forme de boues}_i$ = quantité de matières organiques retirées des eaux usées sous forme de boues pour le traitement i , en t DBO_5 ;

CO_i = charge de matière organique dans les eaux usées pour le traitement i , en t DBO_5 ;

eff.éli.DBO_5 = efficacité d'élimination de la DBO_5 pour le traitement i , fraction;

$DBO_5b/DBO_5\text{éli.}_i$ = quantité de DBO_5 éliminée sous forme de boues par unité de DBO_5 éliminée durant le traitement i , fraction;

i = type de traitement.

Émissions de CH_4 provenant des plans d'eau récepteurs

Les émissions de CH_4 provenant des plans d'eau récepteurs (PER) sont causées par les matières organiques qui ne sont pas éliminées lors du traitement des eaux usées et qui sont rejetées dans l'effluent à la suite du traitement des eaux usées. Les émissions peuvent également provenir des matières organiques rejetées dans les eaux usées non traitées. Les émissions sont calculées par type de traitement.

Les émissions de CH_4 provenant des PER (CH_{4PER}) sont calculées à l'aide du facteur d'émission de CH_4 pour les PER ($FE_{CH_{4PER}}$) et de la charge de matières organiques rejetées dans les PER sous forme d'effluent ($CO_{effluent}$). Les émissions sont calculées à l'aide de l'Équation A1.30.

Équation A1.30

$$CH_{4PER} = FE_{CH_{4PER}} * CO_{effluent}$$

Où :

CH_{4PER} = émissions de CH_4 provenant des plans d'eau récepteurs, en t;

$FE_{CH_{4PER}}$ = facteur d'émission de CH_4 pour les PER, en t CH_4/t DBO_5 ;

$CO_{effluent}$ = charge de matières organiques rejetées dans les PER sous forme d'effluent, en t DBO_5 .

Le $FE_{CH_{4PER}}$ est déterminé en utilisant la capacité maximale théorique de production de CH_4 (B_0) et un facteur de correction du méthane pour les PER (FCM_{PER}). Le $FE_{CH_{4PER}}$ est calculé à l'aide de l'Équation A1.31.

Équation A1.31

$$FE_{CH_4PER} = B_0 * FCM_{PER}$$

Où :

FE_{CH_4PER} = facteur d'émission de CH₄ pour les PER, en t CH₄/t DBO₅;

B_0 = capacité maximale théorique de production de CH₄ (0,36 kg CH₄/kg DBO₅);

FCM_{PER} = facteur de correction du méthane pour les PER (0,11).

Quant à la $CO_{effluent}$, elle est calculée à l'aide de la CO_i et de l'efficacité d'élimination de la DBO₅ ($eff.éli.DBO_{5i}$, **Tableau A3.13** de l'Annexe 3) qui est propre à chaque type de traitement. La CO_i est calculée de la même façon que pour le CH₄trait (voir l'Équation A1.28). Le $CO_{effluent}$ est calculé à l'aide de l'Équation A1.32.

Équation A1.32

$$CO_{effluent} = \sum_i CO_i * (1 - eff.éli.DBO_{5i})$$

Où :

$CO_{effluent}$ = charge de matières organiques rejetées dans les PER sous forme d'effluent pour le traitement i , en t DBO₅;

CO_i = charge de matières organiques dans les eaux usées pour le traitement i , en t DBO₅;

$eff.éli.DBO_{5i}$ = efficacité d'élimination de la DBO₅ pour le traitement i , fraction;

i = type de traitement.

Émissions de CH₄ provenant de la digestion anaérobie des boues dans les installations de traitement des eaux

Certaines installations de traitement des eaux usées effectuent de la digestion anaérobie des boues produites lors du traitement des eaux sur le site de l'installation. Au Québec, quatre différents types d'installations de traitement des eaux ont effectué de la digestion anaérobie de boues sur le site de l'installation entre 1990 et 2019.

La digestion anaérobie et le compostage des boues effectués à l'extérieur des usines de traitement des eaux ne sont pas inclus dans ce sous-secteur. Ils sont plutôt inclus dans la section [Traitement biologique des déchets](#).

Les émissions de CH₄ provenant de la digestion anaérobie des boues (CH₄DA) sont également calculées par type de traitement. Les émissions sont déterminées à l'aide de la quantité de CH₄ produit lors de la digestion anaérobie des boues (CH₄ProduitDAi) et de la portion de méthane du biogaz produit qui est perdue sur place par les fuites du système à l'échelle des installations (1 - Pertes fugitives). Les émissions sont calculées à l'aide de l'Équation A1.33.

Équation A1.33

$$CH_{4DA} = \sum_i CH_{4ProduitDA_i} * (1 - Pertes fugitives)$$

Où :

- CH_{4DA} = émissions de CH₄ provenant de la digestion anaérobie des boues, en t;
- CH_{4ProduitDA_i} = quantité de CH₄ produit lors de la digestion anaérobie pour le traitement *i*, en t;
- 1 - *Pertes fugitives* = portion de méthane du biogaz produit qui est perdue sur place (0,021);
- i* = type de traitement.

La CH_{4ProduitDA_i} est calculée à l'aide de la masse du total des solides en suspension (TSS) dans les boues (TSS_{boues}), de la fraction de la masse de boue sous forme de matières volatiles en suspension (MVS/TSS, **Tableau A3.13** de l'Annexe 3), de la fraction de matières volatiles en suspension (MVS) consommée lors de la digestion anaérobie (MVSéli.), du volume de biogaz produit lors de la digestion anaérobie par unité de TSS consommé (BiogazPro), de la fraction de biogaz sous forme de CH₄ (FCH₄) et de la densité du biogaz. La CH_{4ProduitDA_i} est calculée à l'aide de l'Équation A1.34.

Équation A1.34

$$CH_{4ProduitDA_i} = TSS_{boues_i} * MVS/TSS_i * MVSéli. * BiogazPro * F_{CH_4} * D$$

Où :

- CH_{4ProduitDA_i} = quantité de méthane produit lors de la digestion anaérobie pour le traitement *i*, en t;
- TSS_{boues_i} = masse du TSS dans les boues pour le type de traitement *i*, en t TSS;
- MVS/TSS_{*i*} = fraction de la masse de boue sous forme de matières volatiles en suspension pour le type de traitement *i*;
- MVSéli. = fraction de MVS consommée lors de la digestion anaérobie (0,65);
- BiogazPro = volume de biogaz produit lors de la digestion anaérobie par unité de TSS consommé (1,01 m³ CH₄/kg de TSS éliminés);
- F_{CH₄} = fraction de biogaz sous forme de CH₄ (0,63);
- D = densité du biogaz (0,667 kg CH₄/m³);
- i* = type de traitement

La TSS_{boues_i} est calculé à l'aide de la CO_{*i*}, de l'efficacité d'élimination de la DBO₅ pour le traitement *i* (eff.éli.DBO_{5_i}, **Tableau A3.13** de l'Annexe 3) et du facteur permettant de déterminer la masse de TSS par unité de DBO₅ retirée des eaux usées sous forme de boues du type de traitement *i* (TSS des boues/DBO₅éli._{*i*}, **Tableau A3.13** de l'Annexe 3). La CO_{*i*} est calculée de la même façon que pour le CH_{4trait} (voir l'Équation A1.28). La TSS_{boues_i} est calculée à l'aide de l'Équation A1.35.

Équation A1.35

$$TSS_{boues_i} = CO_i * eff.éli.DBO_{5_i} * TSS \text{ des boues} / DBO_{5éli.i}$$

Où :

TSS_{boues_i} = masse du TSS dans les boues pour le type de traitement i , en t TSS;

CO_i = charge de matières organiques dans les eaux usées pour le traitement i , en t DBO_5 ;

$eff.éli.DBO_{5_i}$ = efficacité d'élimination de la DBO_5 pour le traitement i , fraction;

$TSS \text{ des boues} / DBO_{5éli.i}$ = masse de TSS par unité de DBO_5 retirée des eaux usées sous forme de boues du type de traitement i , en t TSS/t DBO_5 ;

i = type de traitement.

Émissions de N_2O

Les émissions de N_2O provenant du traitement des eaux usées municipales sont calculées à l'aide du facteur d'émission de N_2O exprimé en émissions d'azote (FE_{N_2O-N}), de la quantité d'azote dans les eaux usées ($N_{eaux \text{ usées}}$) et d'un facteur de conversion de l'azote en N_2O (44/28). Les émissions de N_2O sont calculées à l'aide de l'Équation A1.36.

Équation A1.36

$$N_2O = FE_{N_2O-N} * N_{eaux \text{ usées}} * \frac{44}{28} * 10^{-3}$$

Où :

N_2O = émissions de N_2O , en t;

FE_{N_2O-N} = facteur d'émission de N_2O exprimé en émissions d'azote (0,005 kg N_2O-N /kg N);

$N_{eaux \text{ usées}}$ = quantité d'azote dans les eaux usées, en kg N/an;

44/28 = facteur de conversion de l'azote en N_2O .

Quant à la $N_{eaux \text{ usées}}$, elle est calculée à l'aide de la consommation annuelle de protéines par habitant ($Protéines_{consom}$, **Tableau A3.14** de l'Annexe 3), de la fraction d'azote dans les protéines ($Frac_{N-Pr}$), d'un facteur pour les protéines non consommées (p. ex., douches, éviers, etc.) présentes dans les eaux usées ($F_{non-cons}$), d'un facteur pour les protéines d'origine industrielle et commerciale présentes dans les eaux usées ($F_{ind-com}$) et de la population québécoise. La $N_{eaux \text{ usées}}$ est calculée à l'aide de l'Équation A1.37.

Équation A1.37

$$N_{\text{eaux usées}} = \text{Protéines}_{\text{consom}} * \text{Frac}_{\text{N-Pr}} * F_{\text{non-cons}} * F_{\text{ind-com}} * \text{Pop}$$

Où :

$N_{\text{eaux usées}}$ = quantité d'azote dans les eaux usées, en kg N/an;

$\text{Protéines}_{\text{consom}}$ = consommation annuelle de protéines, en kg/habitant/an;

$\text{Frac}_{\text{N-Pr}}$ = fraction d'azote dans les protéines (0,16 kg N/kg protéines);

$F_{\text{non-cons}}$ = facteur pour les protéines non consommées présentes dans les eaux usées (1,1);

$F_{\text{ind-com}}$ = facteur pour les protéines d'origine industrielle et commerciale présentes dans les eaux usées (1,25);

Pop = population du Québec, en habitant.

A1.6.4. Incinération des déchets

Les incinérateurs municipaux et de déchets dangereux déclarent leurs émissions au MELCC. Les émissions déclarées pour l'incinération des déchets sont utilisées directement pour l'inventaire. Les émissions des combustibles fossiles utilisés dans les équipements fixes des incinérateurs municipaux sont également considérées dans ce sous-secteur, car il n'est pas possible de séparer ce qui est utilisé pour les fours de ce qui pourrait être utilisé pour le chauffage des bâtiments, le cas échéant.

A1.7. Électricité

La plupart des centrales thermiques publiques (Hydro-Québec) déclarent leurs émissions au MELCC. Toutefois, certaines centrales plus petites fonctionnant au mazout léger ne sont pas tenues de produire une déclaration. Afin que l'inventaire soit représentatif de leurs émissions, celles-ci sont estimées à partir de données de Statistique Canada sur les combustibles transformés en énergie électrique, qui font l'objet d'un rapprochement avec les quantités déjà comprises dans les déclarations, le cas échéant. Les émissions des centrales privées ne sont pas incluses dans ce secteur, mais plutôt dans le secteur des industries.

Le **Tableau A1.14** résume la provenance des émissions pour ces sous-secteurs.

Tableau A1.14 Provenance des données d'émission de GES du secteur électricité

Sous-secteur	Déclarations	Estimations
Centrales thermiques publiques	x	x

Les émissions de chaque GES sont calculées à l'aide de l'Équation A1.38.

Équation A1.38

$$GES_i = mazout * FE_i * 10^{-3}$$

Où :

GES_i = émissions du GES i de la combustion, en t;

$Mazout$ = consommation de mazout léger, en kL;

FE_i = facteur d'émission du GES i , en kg/kL;

i = CO₂, CH₄ ou N₂O.

Le **Tableau A1.15** présente les références des données statistiques utilisées dans les calculs et les facteurs d'émission sont présentés au **Tableau A3.1** de l'Annexe 3. Lorsque des données statistiques ne sont pas rendues disponibles par Statistique Canada parce que confidentielles, des estimations en fonction d'autres données disponibles sont faites.

Tableau A1.15 Combustibles considérés et sources de données des quantités de combustibles du secteur électricité

Source calculée	Provenance des quantités de combustibles (StatCan, 2011, 2021a)
Centrales thermiques publiques Mazout léger n° 2 Diesel*	Tableau 25-10-0005-01 – archivé (1990-1994) Tableau 25-10-0030-01 (1995-2019) Ligne Transformé en énergie électrique par services publics d'électricité

* Considéré comme du mazout léger pour les calculs des émissions de GES

Annexe 2

Description détaillée des secteurs de l'inventaire québécois de gaz à effets de serre



Tableau A2.1 Description détaillée des secteurs de l'inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre 1990-2019

TRANSPORTS	
Transport routier	
Automobiles	Émissions des combustibles consommés par les véhicules autorisés à la circulation sur les routes. Les véhicules inclus sont les automobiles, les camions légers et les véhicules lourds, à essence et au diesel, les véhicules au propane et au gaz naturel et les motocyclettes. Le CO ₂ provenant de biocarburants comme l'éthanol et le biodiesel est exclu.
Camions légers	
Véhicules lourds	
Autres transports routiers	
Autres transports	
Véhicules hors routes	Émissions des combustibles consommés par les véhicules non autorisés à circuler sur les routes des secteurs agriculture, foresterie, résidentiel, commercial et institutionnel, fabrication, mines, construction et autres. Le CO ₂ provenant de biocarburants comme l'éthanol et le biodiesel est exclu.
Pipelines	Émissions des équipements de combustion liés au transport et à la distribution des produits pétroliers et du gaz naturel, par exemple les moteurs au gaz naturel actionnant les compresseurs pour le transport de gaz naturel ou les combustibles liquides consommés par les génératrices d'urgence en cas de panne des moteurs électriques actionnant les pompes des oléoducs.
Transport maritime	
Civil intérieur	Émissions des combustibles consommés par les navires civils intérieurs et par les navires militaires et de pêche. Le CO ₂ provenant de biocarburants est exclu.
Militaire	
Pêches	
Transport aérien	
Civil intérieur	Émissions des combustibles consommés par les avions civils réalisant des vols intérieurs et par les avions militaires. Le CO ₂ provenant de biocarburants est exclu.
Militaire	
Transport ferroviaire	Émissions des combustibles consommés par le transport ferroviaire. Le CO ₂ provenant de biocarburants est exclu.
INDUSTRIES	
Combustion industrielle	
Production et raffinage des combustibles fossiles	Émissions des combustibles consommés par les raffineries de pétrole ainsi que leurs émissions de procédé, dont la production d'hydrogène, la régénération de catalyseurs et la récupération de soufre.
Exploitation minière	Émissions des combustibles consommés par les mines de minéraux métalliques et non métalliques, les carrières de pierre et de gravier et les activités d'exploration minérale et de forage.
Usines de pâtes et papiers	Émissions des combustibles consommés par les usines de pâtes et papiers pour la fabrication de pâtes, de papiers et de produits de papier.
Industries chimiques	Émissions des combustibles consommés pour la production de produits chimiques (fabrication d'engrais et de produits chimiques organiques et inorganiques).
Production de minéraux non métalliques	Émissions des combustibles consommés pour la production de ciment et de chaux.
Production de métaux ferreux	Émissions des combustibles consommés par les fonderies de fonte et d'acier, la sidérurgie et les usines de bouletage.

Production de métaux non ferreux	Émissions des combustibles consommés pour la production d'aluminium et de magnésium ainsi que pour la fonte et l'affinage de métaux non ferreux.
Autres	
Autres manufacturiers	Émissions des combustibles consommés par d'autres industries manufacturières non énumérées précédemment, ainsi que celles des établissements n'étant pas tenus de déclarer leurs émissions.
Construction	Émissions des combustibles consommés pour la construction d'immeubles, de grandes routes et de barrages, par les activités de services à l'industrie de la construction (entrepreneurs spécialisés) et pour la vente d'asphalte à des fins de travaux d'asphaltage.
Agriculture	Émissions des combustibles consommés pour les activités agricoles, pour la chasse et le piégeage ainsi que par les serres. Les émissions de la transformation des aliments ainsi que celles de la fabrication et de la réparation de la machinerie agricole sont exclues.
Foresterie	Émissions des combustibles consommés pour la foresterie, l'exploitation forestière et les activités connexes soutenant la foresterie.
Procédés industriels et utilisation des produits	
Production d'aluminium et de magnésium	Émissions des procédés de production d'aluminium et de magnésium, notamment celles dues aux effets d'anodes et aux gaz de couverture.
Production de minéraux non métalliques	Émissions des procédés de production de ciment et de chaux, notamment la calcination de carbonates et l'oxydation de carbone organique.
Production de métaux ferreux	Émissions des procédés des fonderies de fonte et d'acier, de la sidérurgie et des usines de bouletage, notamment l'utilisation d'agents réducteurs et la calcination de carbonates.
Autres production et consommation d'halocarbures, SF₆ et NF₃	Émissions de l'utilisation de HFC ou de PFC dans les appareils de climatisation et de réfrigération, les extincteurs, les aérosols, les solvants, les agents de gonflement de la mousse, la fabrication de semi-conducteurs et l'industrie de l'électronique, et émissions de l'utilisation de SF ₆ et de NF ₃ dans la fabrication de semi-conducteurs. Les HFC et PFC utilisés comme gaz réfrigérants dans le secteur résidentiel, commercial et institutionnel sont également inclus, car les données disponibles actuellement ne permettent pas leur séparation entre les différents usages industriels et non industriels.
Autres produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants	Émissions autres que celles de la combustion ou de l'utilisation des produits (halocarbures, SF ₆ , NF ₃) qui ne sont pas comptabilisés dans une autre catégorie du sous-secteur « Procédés industriels et utilisation des produits ». Par exemple : émissions de la fabrication du charbon de bois, de l'utilisation non énergétique des combustibles, de l'utilisation d'explosifs ou de l'utilisation d'oxydateurs pour la destruction de composés organiques volatils.
Fabrication et utilisation d'autres produits	Émissions de l'utilisation de N ₂ O comme anesthésique et agent propulseur ainsi que de l'utilisation de SF ₆ et de PFC dans les équipements électriques.
Émissions fugitives	
Pétrole et gaz naturel	Émissions fugitives, délibérées ou non, provenant du raffinage du pétrole (torches et équipements antipollution, émissions de CH ₄ provenant des réservoirs de stockage, des séparateurs huile-eau, des opérations de chargement, des réseaux de purge, des composantes d'équipements et des événements de procédés) ainsi que du transport et de la distribution du pétrole et du gaz naturel.

RÉSIDENTIEL, COMMERCIAL ET INSTITUTIONNEL	
Commercial et institutionnel	
Commerces et institutions	Émissions des combustibles consommés dans les bâtiments de services liés notamment à l'exploitation minière, aux transports, au stockage et à l'entreposage, aux communications, à la vente au détail et au commerce de gros, aux finances et assurances, à l'immobilier, à l'éducation, à la santé et aux services sociaux.
Administration publique	Émissions des combustibles consommés pour le chauffage des établissements administratifs fédéraux, provinciaux et municipaux dont la principale occupation est l'administration publique (p. ex., fonction publique fédérale, Défense nationale, Gendarmerie royale du Canada et administrations provinciales et locales).
Résidentiel	
Énergie fossile	Émissions des combustibles fossiles consommés par les résidences personnelles (maisons, résidences hôtelières, immeubles en copropriété et maisons de ferme) pour le chauffage des bâtiments.
Chauffage au bois	Émissions de la biomasse consommée par les résidences personnelles (maisons, résidences hôtelières, immeubles en copropriété et maisons de ferme) pour le chauffage des bâtiments.
AGRICULTURE	
Fermentation entérique	Émissions provenant de l'éruclation de CH ₄ durant la digestion de matière végétale (majoritairement) des ruminants.
Gestion des sols agricoles	Émissions directes de N ₂ O provenant des engrais azotés inorganiques, des fumiers et des biosolides épandus sur des terres agricoles, des pâturages, des parcelles de prairie, des enclos, des résidus de cultures et des terres en jachère, ainsi que durant le labourage, l'irrigation et la culture des sols organiques. Émissions indirectes de N ₂ O provenant de la volatilisation et du lessivage de l'azote présent dans les fumiers, les biosolides et les résidus de cultures et des engrais azotés inorganiques.
Gestion du fumier	Émissions de CH ₄ et de N ₂ O provenant de l'activité microbienne durant l'entreposage des matières fécales, de l'urine et des matériaux de litière à la suite du nettoyage des granges et des enclos. Émissions indirectes de N ₂ O provenant de la volatilisation de l'ammoniac (NH ₃) et du lessivage de l'azote par exposition à la pluie présent dans les fumiers durant leur entreposage.
Chaulage, urée et autres engrais carbonés	Émissions directes de CO ₂ provenant du chaulage ainsi que de l'application d'urée et d'autres engrais carbonés.
DÉCHETS	
Lieux d'enfouissement municipaux	Émissions provenant de la décomposition des déchets dans les lieux d'enfouissement municipaux, incluant les émissions de la combustion et du torchage des gaz d'enfouissement sur ces sites.
Traitement et rejet des eaux usées municipales	Émissions du traitement et du rejet des eaux usées municipales.
Incinération des déchets	Émissions de l'incinération des déchets municipaux, des boues d'épuration et des déchets dangereux.
Lieux d'enfouissement dédiés aux usines de	Émissions de la décomposition des matières résiduelles des usines de pâtes et papiers dans des lieux d'enfouissement qui leur sont dédiés.

pâtes et papiers	
Traitement biologique des déchets	
Compostage	Émissions du compostage et de la biométhanisation des déchets municipaux, industriels, commerciaux, institutionnels et des biosolides.
Biométhanisation	
ÉLECTRICITÉ	
Électricité	
Centrales thermiques publiques	Émissions des combustibles consommés pour la production d'électricité dans les centrales thermiques publiques (Hydro-Québec).

Annexe 3

Facteurs d'émission et autres paramètres



Tableau A3.1 Facteurs d'émission de la combustion de combustible fossile dans les équipements fixes (kg/kL)

Source calculée	Combustible	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Administrations publiques ^a	Kérosène (mazout pour poêle) ^b	2 560	0,026	0,031
	Mazout léger ^b	2 753	0,026	0,031
	Mazout lourd ^b	3 156	0,057	0,064
	Propane ^c	1 515	0,024	0,108
Agriculture	Kérosène (mazout pour poêle) ^b	2 560	0,026	0,031
	Mazout léger ^b	2 753	0,026	0,031
	Mazout lourd ^b	3 156	0,057	0,064
	Propane ^c	1 515	0,024	0,108
Autres manufacturiers ^a	Kérosène (mazout pour poêle) ^b	2 560	0,006	0,031
	Mazout léger ^b	2 753	0,006	0,031
	Mazout lourd ^b	3 156	0,12	0,064
	Propane ^c	1 515	0,024	0,108
Centrales thermiques publiques ^a	Mazout léger ^b	2 753	0,18	0,031
Commerces et institutions ^a	Kérosène (mazout pour poêle) ^b	2 560	0,026	0,031
	Mazout léger ^b	2 753	0,026	0,031
	Mazout lourd ^b	3 156	0,057	0,064
	Propane ^c	1 515	0,024	0,108
Construction	Kérosène (mazout pour poêle) ^b	2 560	0,026	0,031
	Mazout léger ^b	2 753	0,026	0,031
	Mazout lourd ^b	3 156	0,057	0,064
	Propane ^c	1 515	0,024	0,108
Exploitations minières ^a	Kérosène (mazout pour poêle) ^b	2 560	0,006	0,031
	Mazout léger ^b	2 753	0,006	0,031
	Mazout lourd ^b	3 156	0,12	0,064
	Propane ^c	1 515	0,024	0,108
Foresterie	Kérosène (mazout pour poêle) ^b	2 560	0,026	0,031
	Mazout léger ^b	2 753	0,026	0,031
	Mazout lourd ^b	3 156	0,057	0,064
Pipelines ^a	Diesel ^b	2 681	0,078	0,022
Résidentiel	Kérosène (mazout pour poêle) ^b	2 560	0,026	0,006

Source calculée	Combustible	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
	Mazout léger ^b	2 753	0,026	0,006
	Mazout lourd ^b	3 156	0,057	0,064
	Propane ^c	1 515	0,027	0,108

^a Correspond aux émissions estimées qui ne sont pas comprises dans les déclarations

^b ECCC, 2021a, tableau A6.1-5

^c ECCC, 2021a, tableau A6.1-4

Tableau A3.2 Facteurs d'émission de la combustion de gaz naturel dans les équipements fixes (kg/10³m³)

Source calculée	CO ₂ ^b	CH ₄ ^c	N ₂ O ^c
Administration publique ^a	1 887	0,037	0,035
Agriculture	1 887	0,037	0,035
Autres manufacturiers ^a	1 887	0,037	0,033
Commerces et institutions ^a	1 887	0,037	0,035
Construction	1 887	0,037	0,035
Exploitation minière ^a	1 887	0,037	0,033
Pipelines ^a	1 887	1,9	0,05
Résidentiel	1 887	0,037	0,035

^a Correspond aux émissions estimées qui ne sont pas comprises dans les déclarations

^b ECCC, 2021a, tableau A6.1-1

^c ECCC, 2021a, tableau A6.1-3

Tableau A3.3 Facteurs d'émission de la combustion de déchets ligneux pour les scieries (kg/tma)

Source calculée	CH ₄ ^a	N ₂ O ^a
Chaudière à biomasse	0,576	0,077
Brûleur conique	0,576	0,077

^a RDOCECA, Protocole QC.1, tableau 1-3 (Québec, 2021a)

Tableau A3.4 Facteurs d'émission de la production de charbon de bois (kg/t)

Années	CH ₄ ^a	N ₂ O ^{b,c}
1990 à 1994	54,0	0,011
1995 à 1996	27,5 ^d	0,011
1997 à 2019	1,1 ^d	0,011

^a EPA, 1995

^b Pennise, 1997

^c GIEC, 1997

^d Considère un facteur d'épuration de 98 %

Tableau A3.5 Facteurs d'émission de la combustion de la biomasse par type d'équipement (kg/tma)

Source calculée	CH ₄ ^a	N ₂ O ^a
RÉSIDENTIEL		
Foyers et poêles Classiques Avec portes de verre Encastrés	15,93	0,1481
Avec systèmes antipollution catalytiques À technologie avancée	7,28	0,1481
Autres dispositifs de combustion du bois (fournaises et autres équipements)	5,09	0,0728
COMMERCIAL ET INSTITUTIONNEL		
Autres dispositifs de combustion du bois (fournaises)	5,09	0,0728
INDUSTRIEL		
Autres dispositifs de combustion du bois (fournaises – Cabane à sucre)	5,09	0,0728

^a Les facteurs d'émission sont pour la biomasse ayant une teneur en humidité de 0 %. Ils ont été calculés à partir des facteurs d'émission à 19 % d'humidité (ECCC, 2021a, tableau A6.6-1.).

Tableau A3.6 Paramètres du modèle de décomposition de premier ordre servant à l'estimation des émissions de méthane produit par les déchets des lieux d'enfouissement municipaux

Matière	Carbone organique dégradable (COD ^{abc})	Fraction du COD qui se décompose (COD ^{abc})	Taux de décomposition k (année ⁻¹) ^{abd}
Asphalte	0	0	0,09
Autres	0	0	0,09
Autres inorganiques	0	0	0,09
Autres matières organiques	0,5	0,7	0,1
Béton	0	0	0,09
Bois	0,43	0,10	0,03
Boues d'épuration des eaux	0,13 ^e	0,50	0,185
Cendres	0	0	0,09
Couches	0,24	0,50	0,185
Déchets dangereux ménagers	0	0	0,09
Déchets de jardin	0,2	0,7	0,1
Déchets de table	0,15	0,7	0,185
Électroniques	0	0	0,09
Encombrant	0	0	0,09
Grands électroménagers	0	0	0,09
Gypse	0	0	0,09
Matériaux de construction	0,22	0,5	0,03
Métal	0	0	0,09
Meubles	0	0	0,09
Papier	0,4	0,5	0,06
Petits électroménagers	0	0	0,09

Matière	Carbone organique dégradable (COD ^{abc})	Fraction du COD qui se décompose (COD _f ^{abc})	Taux de décomposition k (année ⁻¹) ^{abd}
Plastique	0	0	0,09
Textiles	0,24	0,5	0,06
Verre	0	0	0,09

^a GIEC, 2006, Volume 5, chapitre 3.

^b GIEC, 2019, Volume 5, chapitre 3, tableau 3.1

^c ECCC, 2021a, tableau A3.6–1

^d ECCC, 2021a, tableau A3.6–2

^e Une siccité de 29 % est supposée (RECYC-QUÉBEC, 2008), ce qui équivaut à 0,13 en base humide lorsqu'appliqué sur la valeur moyenne de 0,45 (0,4 à 0,5) en base sèche des lignes directrices du GIEC (GIEC, 2006, Volume 5, chapitre 2, section 2.3.2).

Tableau A3.7 Facteur de correction du méthane (FCM) des lieux d'enfouissement municipaux

Type de lieux d'enfouissement	FCM ^a
Dépotoirs	0,5
Dépôts de matériaux secs	0,5
Dépôts en tranchées	0,5
Lieux d'enfouissement de débris de construction ou de démolition	0,5
Lieux d'enfouissement en tranchées	0,5
Lieux d'enfouissement sanitaire	1
Lieux d'enfouissement technique	1

^a GIEC, 2019, Volume 5, chapitre 3, tableau 3.1.

Tableau A3.8 Études de caractérisation des déchets utilisées pour les secteurs résidentiel, industriel, commercial et institutionnel (ICI) et construction, rénovation et démolition (CRD) des lieux d'enfouissement municipaux

Années	Résidentiel	ICI	CRD
1941 à 1969	(Bond et Staud, 1973) ^a	(RNCAN, 2006)	(Chamard, 2000)
1970 à 1989	(Chamard, 2000) ^b	(RNCAN, 2006)	(RNCAN, 2006)
1990 à 2006	(Chamard, 2000)	(RNCAN, 2006)	(RNCAN, 2006)
2007 à 2011	(RECYC-QUÉBEC, 2006a)	(RNCAN, 2006)	(RNCAN, 2006)
2012 à 2015	(RECYC-QUÉBEC, 2015b)	(ECCC, 2020)	(ECCC, 2020)
2016 à 2018	(RECYC-QUÉBEC, 2021)	(ECCC, 2020)	(ECCC, 2020)

^a Données pour la ville de Montréal uniquement.

^b Il est supposé que tous les déchets recyclés sont enfouis (absence de recyclage). Les quantités de déchets recyclés ont été ajoutées aux quantités initiales de déchets enfouis pour déterminer la composition des déchets.

Tableau A3.9 Facteurs d'émission de la combustion du gaz d'enfouissement (kg/10³m³ de méthane)

Source estimée	CH ₄ ^a	N ₂ O ^a
Lieux d'enfouissement municipaux	0,04	0,004

^a RDOCECA, Protocole QC.1, tableau 1-3 (Québec, 2021a).

Tableau A3.10 Paramètres du modèle de décomposition de premier ordre servant à l'estimation des émissions de méthane produit par les déchets des lieux d'enfouissement dédiés aux usines de pâtes et papiers

Matière	Carbone organique dégradable (COD ^a)	Fraction du COD qui se décompose (COD ^b)	Taux de décomposition <i>k</i> (année ⁻¹) ^c
Autres matières résiduelles	0	0	0,9
Boues de caustification	0	0	0,9
Boues de désencrage	0,3	0,5	0,06
Boues de traitement biologique	0,41	0,1	0,03
Boues de traitement primaire	0,41	0,1	0,03
Boues de traitement secondaire	0,34	0,1	0,03
Cendres	0	0	0,9
Chaux	0	0	0,9
Écorces	0,43	0,1	0,03
Lies de liqueur verte	0	0	0,9
Nœuds	0,43	0,1	0,03
Rebuts de papier ou de carton	0,4	0,5	0,06
Rebuts de pâte	0,4	0,5	0,06
Rejets de l'extinction de la chaux	0	0	0,9
Résidus alcalins	0	0	0,9
Résidus de bois	0,43	0,1	0,03
Résidus de pâtes, papier et carton	0,4	0,5	0,06
Résidus de trituration ^d	0,02	0,5	0,06

^a Estimation interne basée, pour les boues, sur la proportion de matière organique (Lavallée, 1996) et, pour les autres matières, sur leur nature (bois, papier ou matières inertes) (ECCC, 2021a, tableau A3.6-1).

^b Estimation interne basée sur la nature des matières (bois, papier ou matières inertes) (ECCC, 2021a, tableau A3.6-1).

^c Estimation interne basée sur la nature des matières (bois, papier ou matières inertes) (ECCC, 2021a, tableau A3.6-2).

^d Les résidus de trituration contiennent 5 % de fibres de papier.

Tableau A3.11 Siccité utilisée lorsque non spécifiée pour les types de boues des lieux d'enfouissement dédiés aux usines de pâtes et papiers

Type de boues	Siccité ^a
Boues de désencrage	44 %
Boues mélangées	33 %
Boues primaires	31 %
Boues primaires (primaires, biologiques et de désencrage)	40 %
Boues secondaires	9 %

^a Lavallée, 1996

Tableau A3.12 Facteurs d'émission du compostage (kg/t) et de la biométhanisation (% de méthane) des déchets

Source estimée	Type de déchets ou d'installation	CH ₄ ^a	N ₂ O ^a
Compostage	Biosolides ou fumier	3,54	0,18
	Déchets de jardin	1,72	0,25
	Déchets solides municipaux	1,51	0,18
	Mélange de déchets	1,09	0,11
Biométhanisation	Installations non agricoles	2,10 ^b	-

^a ECCC, 2021a, tableau A6.7-4

^b Correspond au pourcentage de méthane perdu sur place par les fuites du système lors de la production du biogaz

Tableau A3.13 Paramètres servant à l'estimation des émissions de méthane provenant du traitement et du rejet des eaux usées municipales

Type de traitement	Facteur de correction du méthane (FCM ^a)	Efficacité d'élimination de la DBO ₅ (eff.eli.DBO ₅ ^a)	DBO ₅ éliminée sous forme de boues par DBO ₅ éliminée (DBO ₅ b/DBO ₅ éli. ^a)	Fraction des matières volatiles en suspension des boues (MVS/TSS ^b)	Masse du total des solides en suspension par DBO ₅ retirée des eaux usées sous forme de boues (TSS des boues/DBO ₅ éli. ^b)
Aucun traitement	0,1	0	0	–	–
Autre/inconnu	0,2	0,85	0,01	–	0,33
Autre/lagune d'épuration de type non précisé	0,2	0,85	0,01	0,33	0,33
Disques biologiques	0,01	0,85	0,23	0,83	1,08
Fosse septique	0,5	1	0,5	0,5	0,25
Fosse septique avec décharge en mer	0,5	0,625	0,5	0,5	0,25
Lagune d'épuration aérobie	0	0,85	0,01	0,35	0,17
Lagune d'épuration anaérobie	0,8	0,85	0,02	0,45	0,55
Lagune d'épuration facultative	0,2	0,85	0,01	0,33	0,33
Lit bactérien	0,01	0,85	0,6	0,83	1,08
Lit bactérien – charge élevée	0,01	0,85	0,75	0,84	1,23
Réacteurs biologiques séquentiels	0,05	0,9	0,46	0,815	0,95
Terres humides	0,17	0,975	0	–	–
Traitement primaire	0,018	0,4	1	0,83	1,75
Traitement secondaire anaérobie	0,8	0,85	0,46	0,815	0,95
Traitement secondaire avec élimination biologique des éléments nutritifs	0,018	0,98	0,46	0,815	0,95
Traitement secondaire par biofiltration	0,018	0,95	0,46	0,815	0,95
Traitement secondaire par boues activées	0,01	0,95	0,46	0,815	0,95

^a ECCC, 2021a, tableau A3.6-14

^b ECCC, 2021a, tableau A3.6-16

Tableau A3.14 Consommation de protéines (kg/personne/an) servant à l'estimation des émissions d'oxyde nitreux provenant du traitement et du rejet des eaux usées municipales

Année	Consommation de protéines ^a
1990	24,15
1991	24,15
1992	24,39
1993	24,51
1994	24,68
1995	24,86
1996	25,10
1997	25,35
1998	25,67
1999	25,99
2000	26,38
2001	26,63
2002	26,80
2003	26,97
2004	27,21
2005	25,96
2006	25,93
2007	26,20
2008	25,71
2009	25,50
2010	25,50
2011	25,50
2012	25,57
2013	25,50
2014	25,50
2015	25,50
2016	25,57
2017	25,50
2018	25,50
2019	25,50

^a ECCC, 2021a, tableau A3.6-17

Références

- BOND ET STAUD (1973). *Handbook of Environmental Control, Vol. 2, Solid Waste*, Cleveland (OH), CRC Press.
- CANADIAN BIOGAS ASSOCIATION (2020). *Improved Characterization of Anaerobic Digestion at the Provincial/Territories and National Level for Reporting in Canada's Air Pollutant Emissions Inventory and National Inventory Reports. Appendix A*, Canadian Biogas Association.
- CHAMARD (2000). *Caractérisation des matières résiduelles au Québec*, présenté par Chamard – CRIQ – Roche, en collaboration avec le Centre de transfert technologique en écologie industrielle et le Centre régional de l'environnement Chaudière-Appalaches.
- CICC (2000). *Rapport du groupe de travail sur la production, le transport et la distribution d'énergie*, [En ligne], Comité interministériel sur les changements climatiques, [<https://www.mern.gouv.qc.ca/publications/climatiques/rapenerg.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- CSA, (2009-2013). « Registres GES du groupe CSA », [En ligne], [https://www.csaregistries.ca/detailscompany_f.cfm?mode=cleanprojects&coi=292&pid=182] (Consulté le 18 janvier 2022).
- ECCC (2020). *Rapport national sur la caractérisation des déchets : la composition des déchets municipaux résiduels au Canada*, [En ligne], Environnement et Changement climatique Canada, Division de la réduction et de la gestion des déchets, [https://publications.gc.ca/collections/collection_2020/eccc/en14/En14-405-2020-fra.pdf] (Consulté le 25 novembre 2021).
- ECCC (2021a). *Rapport d'inventaire national 1990-2019 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*, [En ligne], Environnement et Changement climatique Canada, [<https://publications.gc.ca/site/fra/9.502402/publication.html>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- ECCC (2021b). « Inventaire officiel des gaz à effet de serre du Canada, A-Secteur-GIEC, FR_GES_GIEC_QC.xlsx, Tableau A11-11 : Sommaire des émissions de gaz à effet de serre pour le Québec », [En ligne], Environnement et Changement climatique Canada, [<https://data.ec.gc.ca/data/substances/monitor/canada-s-official-greenhouse-gas-inventory/A-Secteurs-GIEC/?lang=fr>] (Consulté le 25 novembre 2021)
- EPA (1995). *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42, Fifth Edition, Wood Products Industry* (tableau 10.7-2), Environmental Protection Agency, Research Triangle Park (Caroline du Nord).
- GIEC (1997). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reference Manual (Volume 3)*, [En ligne], Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, [<https://www.ipcc-ngqip.iges.or.jp/public/gl/invs6.html>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- GIEC (2006). *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*, [En ligne], Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, document préparé par le

- Programme pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, [<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- GIEC (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, [En ligne], Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, [<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- HYDRO-QUÉBEC (2009). *Rapport sur le développement durable*, [En ligne], Hydro-Québec, [<https://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/rapport-developpement-durable-2009.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- HYDRO-QUÉBEC (2010). *Rapport sur le développement durable*, [En ligne], Hydro-Québec, [<https://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/rapport-developpement-durable-2010.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- HYDRO-QUÉBEC (2011). *Rapport sur le développement durable*, [En ligne], Hydro-Québec, [<https://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/rapport-developpement-durable-2011.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- LAVALLÉE (1996). *Campagne de caractérisation des résidus papetiers*, Centre québécois de valorisation des biotechnologies.
- MELCC (2015-2019). « Données d'élimination des matières résiduelles au Québec », [En ligne], Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/matieres/donnees-elimination.htm>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- MELCC (1993-2000). *Bilan annuel de conformité environnementale, Secteur des pâtes et papiers*, Québec, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques – direction des programmes sectoriels.
- MELCC (2001-2013). *Bilan annuel de conformité environnementale, Secteur des pâtes et papiers*, [En ligne], Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/17310?docref=drXkAe5f9MwkRnivDsDZ_w] (Consulté le 25 novembre 2021).
- MELCC (2021a). « Système de suivi environnemental », Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.
- MELCC (2021b). « Registre des projets de crédits compensatoires », [En ligne], Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre [https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/carbone/credits-compensatoires/registre_creditscompensatoires.htm] (Consulté le 25 novembre 2021).
- MELCC (2021c). *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2019 et leur évolution depuis 1990*, [En ligne], ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale de la réglementation carbone et des données d'émission, [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/index.htm>].

- MERN (2003). Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Ressources et Industrie Forestière et D. Giguère (communications par courriel).
- MERN (2021). « La consommation finale de biomasse par secteur (1990-2019) », Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, communication par courriel le 16 juillet 2021.
- MFFP (1990-2015). « Ressources et industrie forestière, Portrait statistique, éditions de 1990 à 2015 », [En ligne], Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, [<https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/connaissances/statistiques-forestieres/editions-anterieures/>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- MFFP (2021). *Biomasse forestière utilisée comme combustible par les usines de transformation du bois possédant un permis d'usine*, Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, communication par courriel le 14 juillet 2021.
- PENNISE ET COLLAB. (1997). « Emission of Greenhouse Gases and Other Airbone Pollutants from Charcoal Making in Kenya and Brazil ». *Journal of Geophysical Research*, 106(D20), 143-155, Pennise, D. M., Smith, K. R., Kithinji, J. P., & Rezende, M. E..
- QUÉBEC (2021a). *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère, c. Q-2, r. 15, à jour au 1^{er} janvier 2022*, [En ligne], Éditeur officiel du Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2.%20r.%2015>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- QUÉBEC (2021b). *Règlement sur les permis d'exploitation d'usines de transformation du bois, c. A-18, r. 8, à jour au 1^{er} janvier 2022*, [En ligne], Éditeur officiel du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, [<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/a-18.1.%20r.%208>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- RECYC-QUÉBEC (2000). *Bilan 2000 de la gestion des matières résiduelles au Québec*, [En ligne], RECYC-QUÉBEC, [<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2000.pdf>].
- RECYC-QUÉBEC (2002). *Bilan 2002 de la gestion des matières résiduelles au Québec*, [En ligne], RECYC-QUÉBEC, [<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2002.pdf>].
- RECYC-QUÉBEC (2004). *Bilan 2004 de la gestion des matières résiduelles au Québec*, [En ligne], RECYC-QUÉBEC, [<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2004.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- RECYC-QUÉBEC (2006a). *Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel au Québec 2006-2007*, [En ligne], RECYC-QUÉBEC et Éco Entreprises Québec, en collaboration avec Dessau et NI Environnement, [<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/carac-residentielle-2006-2007-rapport-synthese.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- RECYC-QUÉBEC (2006b). *Bilan 2006 de la gestion des matières résiduelles au Québec*, [En ligne], RECYC-QUÉBEC, [<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2006.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).

- RECYC-QUÉBEC (2008). *Bilan 2008 de la gestion des matières résiduelles au Québec*, [En ligne], RECYC-QUÉBEC, [<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2008.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- RECYC-QUÉBEC (2010). *Bilan 2010-2011 de la gestion des matières résiduelles au Québec*, [En ligne], RECYC-QUÉBEC, [<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2010-2011.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- RECYC-QUÉBEC (2012). *Bilan 2012 de la gestion des matières résiduelles au Québec*, [En ligne], RECYC-QUÉBEC, [<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2012.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- RECYC-QUÉBEC (2015a). *Bilan 2015 de la gestion des matières résiduelles au Québec*, [En ligne], RECYC-QUÉBEC, [<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2018-complet.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- RECYC-QUÉBEC (2015b). *Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013*, [En ligne], RECYC-QUÉBEC, avec le soutien de Chamard Stratégies environnementales, en collaboration avec Transfert Environnement et Société, [<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/carac-2012-2013-rapport-synthese.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- RECYC-QUÉBEC (2018). *Bilan 2018 de la gestion des matières résiduelles au Québec*, [En ligne], RECYC-QUÉBEC, [<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2018-complet.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- RECYC-QUÉBEC (2021). *Caractérisation des matières résiduelles du secteur municipal 2015-2018 – Rapport final, Hiver 2021*, [En ligne], RECYC-QUÉBEC, [<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/caracterisation-secteur-municipal-2015-2018.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- RNCAN (2006). *Analyse des possibilités de récupération des ressources au Canada et prévision des retombées sur les émissions de gaz à effet de serre*, [En ligne], Ressources naturelles Canada, [<https://www.rncan.ca/files/u3/RR-opport-data-report.pdf>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- STATCAN (1997). « Transport et distribution du gaz naturel, No 57-205-XIB au catalogue », [En ligne], Statistique Canada, [<https://publications.gc.ca/site/eng/9.500394/publication.html?wbdisable=true>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- STATCAN (1998). « Transport et distribution du gaz naturel, No 57-205-XIB au catalogue », [En ligne], Statistique Canada, [<https://publications.gc.ca/site/eng/9.500394/publication.html?wbdisable=true>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- STATCAN (1999). « Transport et distribution du gaz naturel, No 57-205-XIB au catalogue », [En ligne], Statistique Canada, [<https://publications.gc.ca/site/eng/9.500394/publication.html?wbdisable=true>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- STATCAN (2000). « Transport et distribution du gaz naturel, No 57-205-XIB au catalogue », [En ligne], Statistique Canada, [<https://publications.gc.ca/site/eng/9.500394/publication.html?wbdisable=true>] (Consulté le 25 novembre 2021).

- STATCAN (2001). « Transport et distribution du gaz naturel, No 57-205-XIB au catalogue », [En ligne], Statistique Canada, [<https://publications.gc.ca/site/eng/9.500394/publication.html?wbdisable=true>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- STATCAN (2011). « Archivé – Disponibilité et écoulement d'énergie primaire et secondaire en unités naturelles, données trimestrielles, pour les années 1990-2001 », [En ligne], Statistique Canada, [<https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2510000501>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- STATCAN (2021a). « Tableau 25-10-0030-01 – Disponibilité et écoulement d'énergie primaire et secondaire en unités naturelles », [En ligne], Statistique Canada, [<https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2510003001>] (Consulté le 25 novembre 2021).
- STATCAN (2021b). « Tableau 25-10-0026-01 – Disponibilité et écoulement des liquides de gaz naturel, annuel », [En ligne], Statistique Canada, [<https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2510002601>] (Consulté le 25 novembre 2021).



*Environnement
et Lutte contre
les changements
climatiques*

Québec 