

RAPPORT DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

2024-2025

Institut national
de la recherche
scientifique

IN
RS

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	iii
LISTE DES TABLEAUX	iii
LISTE DES SIGLES, ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS.....	iv
INTRODUCTION.....	1
OBJECTIFS DE CE RAPPORT.....	1
RÉFÉRENTS MÉTHODOLOGIQUES.....	1
PÉRIODE COUVERTE.....	1
RÉDACTION DU RAPPORT.....	1
BILAN PRINCIPAL.....	1
1. PÉRIMÈTRE ORGANISATIONNEL.....	2
1.1 PARTICULARITÉS DE L'INRS.....	2
1.2 APPROCHE DE CONSOLIDATION DES GES.....	2
1.3 PROPRIÉTÉS DE L'INRS.....	3
1.4 PARC AUTOMOBILE.....	4
1.5 Arbres et peuplement forestiers.....	4
2. PÉRIMÈTRE DE DÉCLARATION.....	5
2.1 GAZ À EFFET DE SERRE.....	5
2.2 UN BILAN EN TROIS CATÉGORIES.....	6
2.3 PORTÉE 1 : LES ÉMISSIONS DIRECTES DE GES.....	7
2.3.1 Combustion fixe.....	7
2.3.2 Combustion mobile.....	7
2.3.3 Fuite de gaz réfrigérants.....	7
2.3.4 Gaz de laboratoire.....	8
2.3.5 Autres émissions.....	8
2.4 PORTÉE 2 : LES ÉMISSIONS INDIRECTES LIÉES À L'ÉLECTRICITÉ.....	8
2.5 PORTÉE 3 : LES AUTRES ÉMISSIONS INDIRECTES.....	8
2.5.1 Catégorie 3.1 : Achat de biens et de services.....	8
2.5.2 Catégorie 3.2 : Biens d'équipement.....	9
2.5.3 Catégorie 3.3 : Autres émissions liées au carburant ou à l'énergie.....	9
2.5.4 Catégorie 3.4 : Transport et distribution en amont.....	9
2.5.5 Catégorie 3.5 : Déchets et eaux usées générés par les activités.....	9
2.5.6 Catégorie 3.6 : Déplacements professionnels.....	10
2.5.7 Catégorie 3.7 : Déplacement pendulaire des employé.es pour aller au travail.....	10
2.5.8 Catégorie 3.8 : Actifs loués en amont.....	10
2.5.9 Catégorie 3.9 : Déplacement des étudiant.es.....	10

2.5.10	Catégorie 3.13 : Actifs loués en aval.....	10
2.5.11	Catégories non déclarées.....	11
2.6	SÉQUESTRATION DE CARBONE.....	11
3.	MÉTHODOLOGIE.....	12
4.	INVENTAIRE.....	15
4.1	RÉSULTATS DE LA QUANTIFICATION.....	15
4.2	DISCUSSION.....	19
4.3	PISTES D'AMÉLIORATION.....	20
	CONCLUSION.....	22
	RÉFÉRENCES.....	23
	Annexe A : Facteurs d'émission	25
	Annexe B : Méthodes de calcul	30
	B.1 MÉTHODE DE BASE DE CALCUL DES ÉMISSIONS.....	30
	B.2 FUITES DE RÉFRIGÉRANTS.....	30
	B.3 MÉTHODE DE CALCUL BASÉE SUR LES DÉPENSES.....	31
	B.4 ENFOUISSEMENT DE MATIÈRES RÉSIDUELLES.....	31
	B.5 DÉPLACEMENTS PENDULAIRES.....	33
	B.6 Puits de carbone.....	34
	B.7 TRAITEMENT DES INCERTITUDES.....	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Vue d'ensemble des champs d'application du GHG Protocol et des émissions dans la chaîne de valeur (Bhatia <i>et al.</i> , 2011) [reproduit avec autorisation] [traduit vers le français par Dandois-Fafard, M.]..	6
Figure 2 : Répartition des émissions de GES de l'INRS pour l'année 2024-2025 (portées 1, 2 et 3).....	18

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des édifices et propriétés de l'.....	4
Tableau 2 : Potentiels de réchauffement planétaire utilisés.....	5
Tableau 3 : Vue d'ensemble des la méthode d'inventaire.....	12
Tableau 4 : Inventaire des émissions de ges de portée 1 et 2 pour la période 2024-2025, par GES.....	15
Tableau 5 : Inventaire des émissions de ges pour la période 2024-2025.....	16
Tableau 6 : Inventaire des émissions de ges hors-bilan pour la période 2024-2025.....	17
Tableau 7 : Puits de carbone du campus de laval.....	17
Tableau 8 : Évolution des émissions de GES au fil des années de déclaration.....	17
Tableau 9 : Comparaison des émissions de portées 1 et 2 de différentes universités pour 2024-2025	18
Tableau 10 : Facteurs d'émission associés à la consommation et la production d'énergie.....	25
Tableau 11 : Facteurs d'émission utilisés pour calculer les émissions associées aux déplacements.....	25
Tableau 12 : Facteurs d'émission utilisés pour la méthode de calcul basée sur les dépenses (catégories 3.1, 3.2 et 3.4).....	27

Tableau 13 : Facteurs d'émission utilisés pour le calcul des émissions générées par le traitement des matières résiduelles.....	29
Tableau 15 : Paramètres utilisés pour le calcul des émissions de GES dues aux fuites de gaz réfrigérants	30
Tableau 16 : Paramètres utilisés pour le calcul des émissions de CH ₄ dues à l'enfouissement des matières résiduelles.....	32
Tableau 17 : Séquestration de carbone sur le campus de laval.....	34
Tableau 18 : Incertitude attribuée selon la fiabilité estimée des données.....	35
Tableau 19 : Incertitude choisie pour les données d'activité et facteurs d'émission utilisés pour l'ensemble des catégories de déclaration.....	36

LISTE DES SIGLES, ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

AFSB	= Armand-Frappier Santé Biotechnologie
ARTM	= Autorité régionale de transport métropolitain
CGC	= Commission géologique du Canada
CGD	= Centre de gestion des déplacements
CH ₄	= Méthane
CIRAIG	= Centre international de référence sur l'analyse du cycle de vie et la transition durable
CIRSA	= Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique
CO ₂	= Dioxyde de carbone
CPI	= <i>Consumer Price Index</i>
CPRE	= Classification des produits des ressources et des emplois
CRD	= Centre Ruralités durables
EEIO	= <i>Environmentally-extended input output</i>
EMT	= Énergie Matériaux Télécommunications
ETE	= Eau Terre Environnement
GHGP	= <i>Greenhouse Gas Protocol</i> (Protocole des gaz à effet de serre)
GES	= Gaz à effet de serre
GIEC	= Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GN	= Gaz naturel
HFC	= Hydrofluorocarbures
IEQM	= Inventaire écoforestier du Québec méridional
INRS	= Institut national de la recherche scientifique
IPC	= Indice des prix à la consommation
ISO	= International Organisation of Standardization
kWh	= Kilowattheure
LBE	= Laboratoire de biotechnologie environnementale
LISTE	= Laboratoires pour l'innovation scientifique et technologique de l'environnement
MELCCFP	= Ministère de l'environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
N ₂ O	= Oxyde nitreux ou protoxyde d'azote
NF ₃	= Trifluorure d'azote
PFC	= Perfluorocarbures
PRP	= Potentiel de réchauffement planétaire
RDOCECA	= Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère
NIR	= National Inventory Report ou Rapport d'inventaire national, en français
SF ₆	= Hexafluorure de soufre

SRM = Service des ressources matérielles de l'INRS
t eq. CO₂ = Tonne équivalent de dioxyde de carbone
UCS = Urbanisation Culture Société
UQ = Université du Québec

INTRODUCTION

L'INRS est certifié Or pour sa performance en développement durable par STARS (Sustainability Tracking, Assessment & Rating System).



OBJECTIFS DE CE RAPPORT

La réalisation de cet inventaire des émissions de gaz à effet de serre (GES) issues de ses différentes activités s'inscrit dans une démarche de l'INRS visant à réduire au maximum son empreinte écologique et à devenir une université carboneutre (émissions de portées 1 et 2 seulement) d'ici 2040.

Mesurer ses émissions permet de mieux connaître les répercussions de ses activités et de prioriser les améliorations opérationnelles à apporter.

Ce rapport s'inscrit dans le Plan d'action institutionnel de développement durable 2025-2030 de l'INRS.

RÉFÉRENTS MÉTHODOLOGIQUES

Ce rapport n'a pas été élaboré pour être strictement conforme à la norme ISO14064-1, et n'a pas fait l'objet d'un audit externe.

Le bilan a été effectué conformément aux lignes directrices définies par le *Greenhouse Gas Protocol* (Protocole des gaz à effet de serre, GHGP) dans les documents A

Corporate Accounting and Reporting Standard, produit par le *Greenhouse Gas Protocol* (GHGP, 2004) et *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard* (GHGP, 2011), adaptées au contexte universitaire par l'Association canadienne du personnel administratif universitaire (ACPAU, 2022) dans son *Guide pour estimer les émissions de gaz à effet de serre de portée 3*. Plusieurs autres sources ont été utilisées et sont citées dans le texte lorsque pertinentes.

PÉRIODE COUVERTE

Ce rapport fait état des émissions de GES associées aux activités de l'INRS pour la période 2024-2025, soit du 1^{er} mai 2024 au 30 avril 2025.

RÉDACTION DU RAPPORT

Ce quatrième bilan des émissions de gaz à effet de serre de l'INRS a été réalisé par la conseillère en développement durable de l'INRS, Maxine Dandois-Fafard. Il est basé sur les travaux de stage des étudiants Hugo Rochon, à l'été 2024, Kemgang Nguenevi, à l'été 2021, et Simon Bée, à l'été 2020, tous les trois ayant travaillé sous la supervision du professeur Louis-César Pasquier. Un mandat a été donné en 2024 à la firme-conseil ADDERE pour accompagner l'INRS dans la rédaction de cet inventaire et pour l'automatisation de sa méthode de calcul. Merci à tous pour leur contribution!

BILAN PRINCIPAL

Les émissions de portées 1 et 2 de l'INRS sont de 7 022,9 t eq. CO₂ et ses émissions de portée 3 de 16 684,06 t eq. CO₂.

Citation suggérée : Institut national de la recherche scientifique (INRS). Recherche et rédaction : Dandois-Fafard, M., Rochon, H. et Pasquier, L.-C. (2026). Bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'INRS 2024-2025. 45 p.

1. PÉRIMÈTRE ORGANISATIONNEL

Un organisme circonscrit son périmètre organisationnel en « choisissant son approche de consolidation de GES, puis en présentant les activités et opérations qui constituent l'organisme aux fins de la réalisation du bilan » [traduction libre] (GHGP, 2004). Cette section définit ce qu'est l'INRS.

1.1 PARTICULARITÉS DE L'INRS

L'INRS se démarque des autres universités québécoises du fait qu'il est dédié uniquement à la recherche et à la formation aux deuxième et troisième cycles universitaires. Cela se reflète par de plus petites communautés étudiante et professorale, ainsi que par la possession et l'utilisation intensive d'importantes infrastructures de recherche et de nombreux équipements scientifiques de pointe. L'INRS est d'ailleurs classé premier en intensité de recherche¹ au Québec. L'INRS fait partie de l'Université du Québec (UQ).

L'INRS a une population d'environ 1541 personnes, soit 739 personnes étudiantes et 802 membres du personnel en équivalent temps plein.

Les activités menées dans les espaces de laboratoire de l'INRS, dédiés à la recherche intensive en sciences de la santé, sciences de la vie et sciences naturelles, sont associées à une importante consommation d'énergie. Plusieurs bâtiments abritent des laboratoires énergivores, nécessitant plusieurs changements d'air à l'heure, ou un fonctionnement en continu.

En raison de la consommation élevée d'énergie et de la petite taille de la communauté, un ratio émission/personnes plus élevé est attendu par rapport aux autres établissements universitaires québécois.

1.2 APPROCHE DE CONSOLIDATION DES GES

Le périmètre organisationnel d'un organisme sert à définir précisément dans laquelle des trois portées présentées à la section 2.2 catégoriser les émissions associées à chacune de ses activités.

Le GHGP stipule qu'un organisme dispose de trois options de consolidation pour définir son périmètre organisationnel (GHGP, 2004). Pour ce bilan, l'INRS définit son périmètre organisationnel à partir de l'approche du contrôle opérationnel. Cela signifie que l'INRS comptabilise dans les portées 1 et 2 les émissions des installations sur lesquelles il exerce « les pleins pouvoirs pour lancer et mettre en œuvre ses politiques d'exploitation au niveau opérationnel » » [traduction libre] (GHGP, 2004). Cela désigne tous les bâtiments et autres propriétés desquels l'INRS est propriétaire, excluant ceux qu'il loue à des tierces parties. À l'opposé, la catégorie 3 englobe les émissions liées aux espaces dont l'INRS est propriétaire, mais qu'il offre en location à des tiers, ainsi qu'aux espaces dont l'INRS occupe comme locataire. En effet, l'INRS n'a pas le contrôle sur les opérations s'y déroulant ou sur la façon dont les bâtiments sont administrés, de sorte que ces émissions sont considérées comme indirectes. La classification des émissions attribuables aux activités de l'INRS dans les différentes catégories, en accord avec la méthode de consolidation du contrôle opérationnel, est faite en détail à la section 2.

¹ L'intensité de recherche est une métrique quantifiant le financement moyen reçu par professeur.e ou étudiant.e pour ses activités de recherche. *Research Infosource* publie annuellement le classement *Canada's Top 50 Research Universities* et y classe les universités par intensité de recherche.

1.3 PROPRIÉTÉS DE L'INRS

Les activités d'enseignement et de recherche de l'INRS se répartissent essentiellement entre six sites, résumés au Tableau 1.



Le **Campus de Laval** est situé au 531, boulevard des Prairies à Laval sur un site doté d'une canopée riche et diversifiée. Le campus, d'une superficie d'environ 18 hectares, comprend près d'une quinzaine de bâtiments et abrite le Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie (AFSB), le Laboratoire national de biologie expérimentale (LNBE), une partie des activités du Centre Énergie Matériau Télécommunications (EMT) et des services administratifs. Plusieurs locataires, majoritairement des compagnies du domaine des biotechnologies et de la santé, sont également présents sur le site. Au nord

du campus, une portion de boisé d'environ 11 hectares, adjacente au Bois municipal Armand-Frappier, appartient toujours à l'INRS.

Le bâtiment de **Québec centre-ville** est situé en basse-ville de Québec, au 490, rue de la Couronne, et est le siège social de l'INRS. Ce site abrite le Centre Eau Terre Environnement (ETE), une portion des activités du Centre Urbanisation Culture Société (UCS) ainsi que la majorité des services administratifs. Des locaux y sont également loués à la Commission géologique du Canada.



Le bâtiment de **Montréal-UCS** est situé en plein cœur du Quartier latin à Montréal, au 385, rue Sherbrooke Est. Il héberge l'essentiel des activités du Centre UCS ainsi que quelques services administratifs et la Fondation de l'INRS.

Le bâtiment de **Varenes** est situé dans la zone industrielle de la Ville de Varenes au 1650, boul. Lionel-Boulet. On y retrouve les principales activités du Centre Énergie Matériaux Télécommunications (EMT).



Le site du **parc technologique de Québec**, situé au 2605, boulevard du Parc-Technologique, à Québec, abrite les Laboratoires pour l'innovation scientifique et technologique de l'environnement (LISTE) du Centre ETE, incluant le Laboratoire de biotechnologie environnementale (LBE). Entouré de boisés, on y retrouve deux bâtiments, dont le Laboratoire hydraulique environnemental (LHE qui permet de simuler des marées et courants.

Le bureau de **Montréal-Bonaventure** est situé à Montréal dans la Place Bonaventure, au 800 de la Gauchetière. Ces espaces sont loués et abritent une partie des activités du Centre EMT.

Le bureau du nouveau Centre Ruralités durables (CRD) se trouve à **Baie-Saint-Paul**, à Maison-Mère.

La **station de recherche de Sacré-Cœur**, au Saguenay, est composée de sept maisons mobiles et abrite le Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique (CIRSA). Cette station est gracieusement prêtée à l'INRS par la Corporation de pêche Sainte-Marguerite. Une vingtaine de personnes visitent le site de façon irrégulière.

En plus de ces sites, il faut souligner que l'INRS a également cinq **unités mixtes de recherche (UMR)**. Ces unités sont basées dans des universités hôtes partenaires et composées de membres du corps professoral de l'INRS et de l'université hôte. Ces sites étant situés à même d'autres universités qui déclarent déjà leurs émissions et que l'INRS n'y a aucun pouvoir opérationnel, ces petites zones ont été exclues du bilan.

TABLEAU 1 : LISTE DES ÉDIFICES ET PROPRIÉTÉS DE L'INRS

SITE	SUPERFICIE UTILISÉE (m ²)	PARTICULARITÉS DU SITE	TYPE PRINCIPAL D'ACTIVITÉS
Campus Laval	51 465	13 bâtiments répartis entre : - Centre AFSB (60%) - LNBE (20%) - Administration (10%) - Centre EMT (2%) - Locataires (8%) (INRS propriétaire)	Laboratoires
Québec centre-ville	16 795	1 bâtiment réparti entre: - Centre ETE (85%) - Administration (5%) - Centre UCS (1%) - Locataires (9%) (INRS propriétaire)	Laboratoires et bureaux
Montréal-UCS	8 088	1 bâtiment	Bureaux
Varennnes	14 175	1 bâtiment	Laboratoires
Québec Parc technologique	10 048	2 bâtiments	Laboratoires
LOCATIONS			
Montréal- Bonaventure	3 045	1 bureau loué dans une tour (l'INRS est locataire)	Bureaux et laboratoires
Baie-Saint-Paul	76	1 bureau loué dans un immeuble (l'INRS est locataire)	Bureaux
Station de recherche Sacré-Cœur	483	7 maisons mobiles (terrain loué)	Laboratoires et dortoir
UMR (sites hors campus)	-	Bureaux prêtés à l'Université du Québec �� Chicoutimi (UQAC), l'Université du Québec �� Rimouski (UQAR), l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT), l'Université du Québec en Outaouais (UQO) et l'Université du Québec �� Trois-Rivières (UQTR)	

1.4 PARC AUTOMOBILE

Le parc automobile de l'INRS se répartit sur quatre sites. Le campus de Laval regroupe sept véhicules à essence et deux véhicules électriques, en plus d'un tracteur, tous principalement utilisés pour les opérations. Le Centre ETE possède 11 véhicules à essence, huit VTT, deux motoneiges, une foreuse et une chargeuse principalement entreposés au parc technologique de Québec, tous destinés à la recherche. Un véhicule à essence se trouve sur le site de Varennnes et un autre à la station de recherche de Sacré-Cœur.

1.5 ARBRES ET PEUPEMENT FORESTIERS

Le campus de Laval jouit d'une arborescence mature et diversifiée et de plusieurs boisés d'une trentaine d'hectares. Le site du parc technologique de Québec possède également un petit boisé de deux hectares.

2. PÉRIMÈTRE DE DÉCLARATION

Un organisme circonscrit son périmètre de déclaration en identifiant les émissions associées à ses activités et en catégorisant ces émissions (GHGP, 2004). Cette section présente et catégorise les émissions déclarées dans cet inventaire.

2.1 GAZ À EFFET DE SERRE

L'INRS comptabilise dans ce rapport l'ensemble de ses émissions des sept GES ou catégories de GES prévus au Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (RDOCECA), soit le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), l'hexafluorure de soufre (SF₆), le trifluorure d'azote (NF₃), les hydrofluorocarbures (HFC) et les perfluorocarbures (PFC) (Québec, 2007), conformément aux directives du ministère de l'Environnement (MELCCFP, 2019).

Afin de respecter les recommandations du GHGP et pour faciliter la lecture du présent rapport, les émissions de chaque GES sont exprimées en tonne équivalent CO₂ (t eq. CO₂). Les facteurs de conversion employés, ou *potentiels de réchauffement planétaire* (PRP), sont basés sur un forçage radiatif cumulé sur 100 ans². Les valeurs utilisées sont présentées au Tableau 1 avec leurs sources respectives.

Les activités de l'INRS ne sont pas directement responsables d'émissions de NF₃, ce qui explique l'absence de PRP pour ce gaz dans le Tableau 2. Toutefois, les émissions de plusieurs activités sont comptabilisées directement en CO₂ équivalent, incluant par défaut l'effet de ce gaz.

TABLEAU 2 : POTENTIELS DE RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE UTILISÉS

GES	PRP (kg CO ₂ eq./kg GES)	SOURCE
CO ₂	1	(GIEC, 2021), Chapitre 7 - matériel supplémentaire, Tableau 7.SM.6
CH ₄ (origine fossile)	29,8	
CH ₄ (origine autre)	27	
SF ₆	24 300	
N ₂ O	273	
R-22 ^a	1960 ^b	
R-123 ^a	90,4 ^b	
R-134a ^a	1526	
R-401b ^a	1236	
R-414b ^a	1274	(CARB, 2025)

² Le potentiel de réchauffement planétaire est un chiffre attribué à chaque gaz à effet de serre, qui mesure sa capacité à piéger la chaleur dans l'atmosphère terrestre, par rapport au dioxyde de carbone. Calculer cette quantité en considérant une période de 100 ans permet de tenir compte du temps de résidence dans l'atmosphère des différents gaz, quantité propre à chaque GES. Ainsi, le PRP d'un GES correspond au nombre de tonnes de CO₂ qui devraient être libérées dans l'atmosphère pour produire le même réchauffement qu'une tonne du GES donné sur 100 ans (GC, 2024).

R-404a ^a	4728	(CARB, 2025) et (GIEC, 2021) ^c , Chapitre 7 - matériel supplémentaire, Tableau 7.SM.6
R-407a ^a	2261	
R-410a ^a	2256	
R-438a ^a	2423	
R-507a ^a	4775	
R-513a ^a	672	
R-512 ^a /R-512a ^a	189	(DCCEEW, 2025)

^aGaz réfrigérants

^bCes GES ne sont pas couverts par le protocole de Kyoto, de sorte que les émissions de ces GES sont déclarées séparément du reste du bilan (GHGP, 2004)

^cCes gaz réfrigérants désignent un mélange précis de plusieurs GES et leur PRP n'est pas donné directement dans GIEC (2021). Les proportions des GES constituants (CARB, 2025) sont utilisées pour calculer un PRP pour ces gaz réfrigérants, à partir des données du tableau 7.SM.6 de GIEC (2021)

2.2 UN BILAN EN TROIS CATÉGORIES

Selon les normes du GHGP, les émissions d'un organisme sont scindées en deux types. Les *émissions directes*, également nommées *émissions de portée 1*, correspondent aux émissions provenant de sources détenues ou contrôlées par l'organisme. Les *émissions indirectes* font référence à toutes les émissions attribuables aux activités de l'organisme, mais produites par d'autres organismes. À des fins de

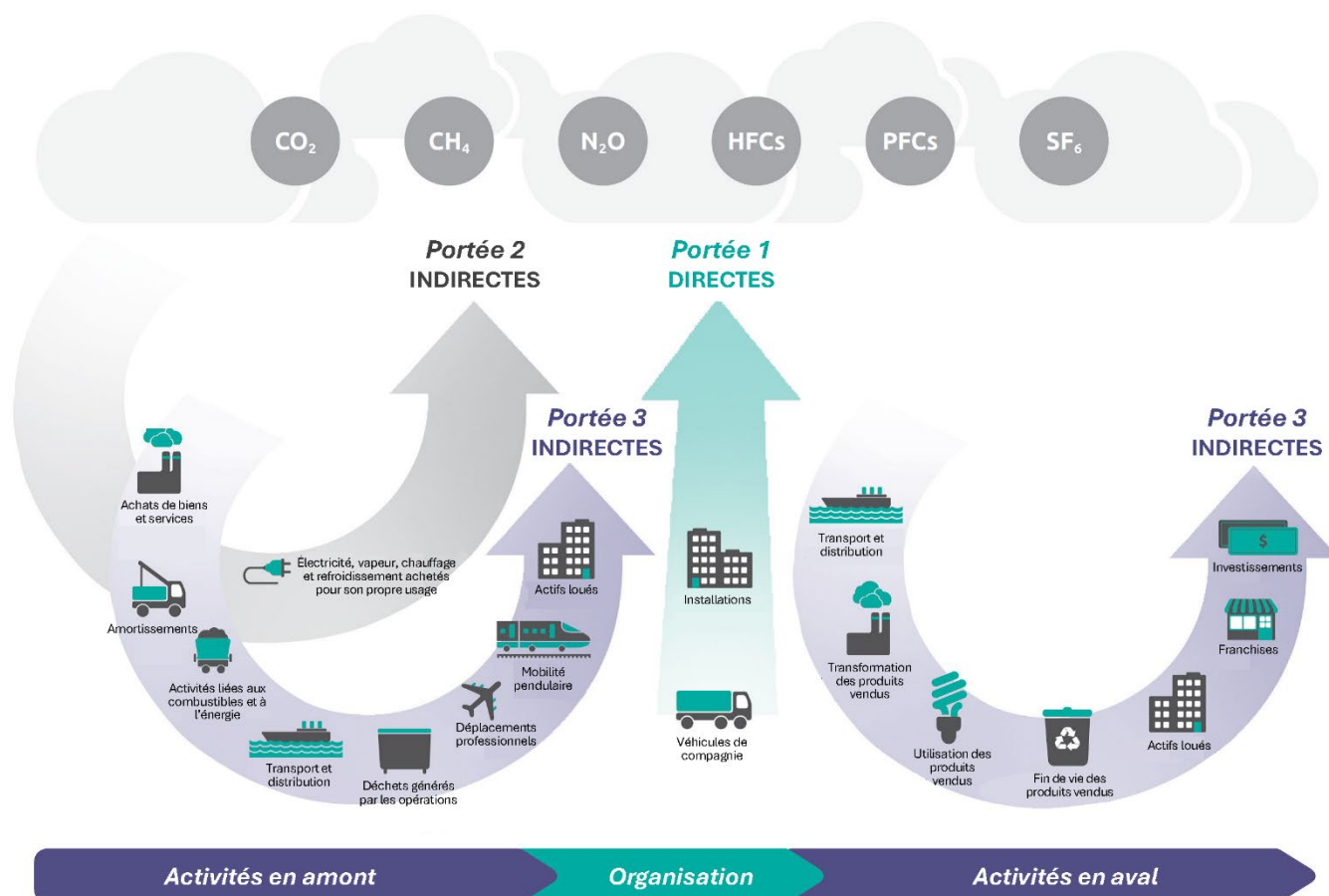


Figure 1 : Vue d'ensemble des champs d'application du GHG Protocol et des émissions dans la chaîne de valeur (Bhatia et al., 2011) [reproduit avec autorisation] [traduit vers le français par Dandois-Fafard, M.]

comptabilisation de GES, les émissions indirectes sont subdivisées en deux : les *émissions de portée 2* (émissions indirectes liées à l'électricité) et les *émissions de portée 3* (émissions indirectes autres) (GHGP, 2004). Une schématisation des trois catégories est présentée à la Figure 1.

Selon la norme du GHGP, il est obligatoire de déclarer l'entièreté des émissions de portée 1 et 2, et ce, séparément pour chaque type de GES émis, en plus du total en CO₂ eq. La comptabilisation des émissions de portée 3 est optionnelle et peut n'être faite que partiellement. Les émissions de portée 3 peuvent être déclarées uniquement en CO₂ eq. Il est à noter que les portées 1 et 2 sont définies pour éviter que différents organismes ne comptabilisent les mêmes émissions, évitant ainsi le chevauchement entre les bilans de différents organismes. Ce n'est pas le cas pour les émissions de portée 3. Dans tous les cas, les catégories prévues par la norme du GHGP sont mutuellement exclusives, de sorte que les émissions ne peuvent pas être dédoublées dans l'inventaire d'un organisme (GHGP, 2004; GHGP, 2011).

L'INRS déclare dans ce bilan la meilleure estimation de l'entièreté de ses émissions de portée 1 et 2, ainsi qu'une partie de ses émissions de portée 3. Les trois prochaines sections présentent l'ensemble des émissions déclarées dans cet inventaire, classées par catégorie.

2.3 PORTÉE 1: LES ÉMISSIONS DIRECTES DE GES

L'INRS identifie cinq sources d'émission directes associées à ses activités et en déclare quatre.

2.3.1 Combustion fixe

Les bâtiments de l'INRS sont en majeure partie chauffés par des chaudières alimentées au gaz naturel³ (GN). La combustion de gaz naturel dans ces chaudières est une source directe d'émission de CO₂, de CH₄ et de N₂O. L'INRS déclare ici la totalité des émissions associées à la combustion du gaz naturel aux fins de chauffage des bâtiments dont l'INRS est propriétaire et occupant.

Plusieurs bâtiments disposent également de génératrices de secours fonctionnant au diesel. Ces génératrices sont mises en marche périodiquement pour entretien, ainsi que lors de coupures de courant. La totalité des émissions directes de CO₂, CH₄ et N₂O résultant de la combustion de diesel dans ces génératrices dans les bâtiments dont l'INRS est propriétaire et occupant sont déclarées dans cet inventaire.

Finalement, un poêle de cuisson fonctionnant au propane se situe à la station de recherche de Sacré-Cœur. Toutes les émissions générées par la combustion de propane dans ce poêle sont déclarées par l'INRS ici.

2.3.2 Combustion mobile

L'ensemble des véhicules motorisés, incluant la machinerie, possédés par l'INRS fonctionnent à l'essence ou au diesel. L'INRS déclare l'entièreté des émissions de CO₂, CH₄ et N₂O résultant de l'utilisation de ces véhicules durant l'année de déclaration.

2.3.3 Fuite de gaz réfrigérants

Les gaz réfrigérants sont de puissants GES, tels que le montre le Tableau 4. Des gaz réfrigérants sont utilisés à la fois dans les climatiseurs fixes des bâtiments, ainsi que dans une partie des véhicules du patrimoine automobile de l'INRS. Les fuites annuelles estimées de ces climatiseurs sont considérées comme des émissions directes de réfrigérants et sont comptabilisées dans cet inventaire.

³ Afin de diminuer la consommation de gaz naturel, certains bâtiments font usage de source renouvelables d'énergie. Certains disposent d'une thermopompe géothermique; c'est le cas des laboratoires pour l'innovation scientifique et technologique de l'environnement (LISTE) à Québec. D'autres bâtiments ont un chauffage électrique; c'est le cas de la station de Sacré-Cœur. Le campus de Laval dispose d'une centrale thermique qui produit et distribue de la vapeur et de l'eau refroidie à tous les bâtiments du campus.

2.3.4 Gaz de laboratoire

Certaines activités de laboratoire ont recours à du CO₂, du CH₄ ou du SF₆, un puissant halocarbure. Ces gaz sont soit utilisés tels quels, donc libérés et considérés comme des émissions directes, ou encore brûlés. Lors de la combustion, le CH₄ devient du CO₂ et son PRG diminue. Lors de sa combustion, le SF₆ se transforme en d'autres composés qui ne sont pas des GES. Un achat de SF₆ a été rapporté cette année. Une analyse a déterminé que ce gaz est utilisé comme gaz de procédé dans des équipements de gravure plasma sous vide pour la fabrication de nanostructures. Le SF₆ est ainsi fragmenté et consommé dans le plasma, ce qui limite à environ 1,5% la quantité de SF₆ résiduel, selon l'équipe de recherche. Un facteur de 1,5% a ainsi été appliqué à la quantité de SF₆ acheté, afin de refléter la réalité du procédé de laboratoire. Le gaz est comptabilisé entièrement cette année, l'année de l'achat, mais il sera utilisé sur plus de 10 ans.

2.3.5 Autres émissions

Le Laboratoire de biotechnologies environnementales (LBE) du Centre ETE, situé dans le parc technologique à Québec, développe des bioprocédés pour des applications en environnement. Il abrite des fermenteurs de différentes tailles (de 15 à 2000 L) utilisés pour des fins de recherche et de démonstration industrielle. Depuis plusieurs années, les travaux réalisés au LBE se concentrent principalement sur la valorisation de résidus organiques en les transformant en biomolécules à valeur ajoutée. Même si, à première vue, ces biotechnologies émettent directement, et en très faibles quantités, du CO₂ biogénique (GES hors-bilan), elles permettent aussi d'éviter l'émission de GES qui aurait eu lieu si ces déchets avaient été enfouis ou incinérés. En proposant des bioproduits alternatifs à des produits chimiques sur le marché, ces biotechnologies offrent un grand potentiel de réduction des GES pour plusieurs secteurs industriels (norme ISO 14064-2). Aucune donnée n'est disponible pour le moment sur les bilans de GES émis ou évités par ces installations, de sorte que l'INRS ne déclare dans cet inventaire aucune émission générée par ces fermenteurs.

2.4 PORTÉE 2 : LES ÉMISSIONS INDIRECTES LIÉES À L'ÉLECTRICITÉ

L'INRS déclare dans la portée 2 les émissions associées à la production de l'électricité consommée dans les locaux dont il est propriétaire et occupant, durant l'année de déclaration. Au Québec, ces émissions sont généralement très faibles (MELCCFP, 2019).

2.5 PORTÉE 3 : LES AUTRES ÉMISSIONS INDIRECTES

La portée 3 regroupe l'ensemble des émissions indirectement produites par la chaîne de valeur d'une organisation qui ne sont pas comptabilisées dans la portée 2. Le GHGP suggère de diviser ces émissions en quinze catégories mutuellement exclusives (GHGP, 2011) et l'ACPAU adapte ces catégories au contexte universitaire, notamment en désignant quatre comme non pertinentes pour les établissements postsecondaires (ACPAU, 2022). Un manque de données d'activité empêche le calcul des émissions d'une des onze catégories pertinentes, portant à dix le nombre de catégories considérées par l'INRS dans ce bilan. La numérotation de ces catégories, présentées ci-dessous, respecte celle du GHGP et de l'ACPAU.

Les émissions de portée 3 sont typiquement calculées avec des méthodes beaucoup plus incertaines en comparaison avec celles employées pour les portées 1 et 2 : c'est le cas des catégories 3.1, 3.2, 3.4-3.7 et 3.9. Ainsi, les émissions déclarées dans la portée 3 de ce bilan sont avant tout des approximations. L'inventaire continuera d'être amélioré dans les années à venir, permettant de considérer plus de sources d'émissions, avec une meilleure précision (voir section 4.3).

2.5.1 Catégorie 3.1 : Achat de biens et de services

L'INRS déclare dans la catégorie 3.1 les émissions générées pour la production de l'ensemble des biens et services achetés avec des fonds de l'INRS durant l'année de déclaration et qui ne sont pas considérés dans une autre catégorie de la portée 3. Seules les émissions « du berceau à la porte de l'usine » sont considérées, soit les émissions associées à l'extraction des matières premières et à la fabrication du produit acheté (GHGP, 2011). Pour la présentation des résultats, les dépenses de l'INRS pour l'achat de produits et services sont regroupées en onze catégories :

1. *Équipement et fourniture de bureau* (p. ex. cartouche d'encre, papier, certains meubles, etc.);
2. *Équipement scientifique* (p. ex. équipement spécialisé de laboratoire);
3. *Autre équipement* (p. ex. outil, équipement de cuisine ou de buanderie, etc.);

4. *Fournitures scientifiques* (p. ex. verrerie de laboratoire, gants, lunettes de sécurité, gaz, etc.);
5. *Frais de formation, de séjour et de réception* (p. ex. repas sur le terrain, location de salle, etc.);
6. *Honoraires et services professionnels* (p. ex. service de déneigement, services publicitaires, etc.);
7. *Numérique et télécommunications* (p. ex. service internet et cellulaire, téléviseurs, etc.);
8. *Entretien et réparation* (p. ex. service d'entretien ménager, service de calibration, etc.);
9. *Construction et rénovations* (p. ex. travaux de réaménagement);
10. *Animaux* (p. ex. litière, nourriture et jouets pour animaux, etc.);
11. *Autres.*

2.5.2 Catégorie 3.2 : Biens d'équipement

L'INRS déclare ici les émissions « du berceau à la porte de l'usine » générées pour la production des biens d'équipement achetés avec des fonds de l'INRS durant l'année de déclaration. Le terme *bien d'équipement* réfère aux produits, généralement possédant une longue durée de vie, utilisés par un organisme pour offrir un service, entreposer de la marchandise ou la livrer (ACPAU, 2022). En comptabilité, le bien d'équipement se distingue d'un bien ou service de la catégorie 3.1 puisqu'il est amorti sur plusieurs années. Les dépenses de l'INRS pour l'achat de biens d'équipement sont regroupées en sept catégories :

1. *Équipement de bureau;*
2. *Équipement scientifique;*
3. *Autre équipement;*
4. *Honoraires et services professionnels;*
5. *Numérique;*
6. *Construction et rénovations;*
7. *Achat de bâtiments.*

2.5.3 Catégorie 3.3 : Autres émissions liées au carburant ou à l'énergie

L'INRS déclare dans la catégorie 3.3 :

- 1) Les émissions associées à l'extraction, la production et le transport des combustibles (gaz naturel, diesel, propane) utilisés pour le chauffage des bâtiments ou le fonctionnement des génératrices, dont les émissions associées à la combustion sont considérées dans la portée 1 sous la catégorie « combustion fixe ».
- 2) Les émissions associées à l'extraction, la production et le transport des combustibles (essence, diesel) utilisés pour faire fonctionner le patrimoine automobile de l'INRS, dont les émissions associées à la combustion sont considérées dans la portée 1 sous la catégorie « combustion mobile ».
- 3) Toutes autres émissions associées au cycle de vie de l'électricité consommée dans les locaux dont l'INRS est propriétaire et occupant, sauf les émissions associées à la production, qui sont déclarées dans la portée 2. Il s'agit ici principalement de comptabiliser les émissions dues aux pertes d'électricité dans le réseau de transmission.

2.5.4 Catégorie 3.4 : Transport et distribution en amont

La catégorie 3.4 regroupe typiquement les émissions associées au transport des produits et biens d'équipement achetés par l'INRS durant l'année de déclaration (de leur lieu de production jusqu'aux locaux de l'INRS), ainsi que les émissions associées aux services de messagerie utilisés (GHGP, 2011), (ACPAU, 2022).

Faute de données concernant le transport des biens achetés, l'INRS déclare dans cet inventaire uniquement les émissions associées aux services de messagerie utilisés durant l'année de déclaration, via la catégorie 3.1. De plus, Il est généralement accepté que les quantités d'émission attribuées à cette catégorie sont négligeables par rapport aux émissions de GES totales de la portée 3. Ainsi, l'INRS ne déclare que partiellement ses émissions de catégorie 3.4.

2.5.5 Catégorie 3.5 : Déchets et eaux usées générés par les activités

Les émissions déclarées dans cette catégorie englobent celles générées par de tierces parties pour transporter les matières résiduelles (compost, déchets) produites dans les locaux de l'INRS durant l'année

de déclaration, ainsi que toutes les émissions futures associées au traitement de ces matières résiduelles par un tiers. Selon le campus de l'INRS et la municipalité dans laquelle il se trouve, plusieurs méthodes différentes de traitement des matières résiduelles sont utilisées : enfouissement, incinération et compostage municipal. Les émissions associées au traitement des eaux usées par les stations d'épuration municipales (traitement des eaux usées, incinération des boues, des déchets de dégrillage et des graisses, enfouissement du sable) sont également déclarées ici.

Conformément aux normes du GHGP, les émissions biogéniques, soit les émissions provenant de la dégradation ou de la combustion de matière organique, sont déclarées dans ce document, mais le sont séparément du reste de l'inventaire. De plus, les émissions associées au transport de matières recyclables, de l'INRS aux centres de tri, sont déclarées, mais les émissions associées au processus de recyclage lui-même ne le sont pas (GHGP, 2011). Une distance d'un déplacement aller entre l'INRS et le centre de traitement, effectué par un véhicule lourd, est considéré pour chaque collecte des matières résiduelles de l'INRS. Le remplissage du camion par des matières résiduelles de l'INRS est estimé selon la taille du campus et sa production de déchets.

Les émissions générées par le traitement des matières résiduelles et eaux usées de tous les sites sont considérées, sauf celles de la station Sacré-Cœur, faute de données.

2.5.6 Catégorie 3.6 : Déplacements professionnels

L'INRS déclare dans cette catégorie les émissions associées à tout déplacement effectué par les membres du personnel et de la communauté étudiante pour leurs activités de travail ou d'études par le biais de moyens de transport qui ne sont pas possédés par l'INRS. Les moyens de transport considérés sont la voiture, l'avion, l'autobus et le train. Seuls les déplacements remboursés par l'INRS sont considérés.

2.5.7 Catégorie 3.7 : Déplacement pendulaire des employé.es pour aller au travail

Les émissions déclarées ici sont dues aux allers-retours quotidiens des employés de l'INRS (cadres, professeur.es, stagiaires postdoctoraux, membres du personnel et stagiaires) entre leur domicile et leur lieu de travail. Les moyens de transport considérés sont la voiture et le transport collectif.

2.5.8 Catégorie 3.8 : Actifs loués en amont

L'INRS déclare et classe dans la section 3.8 l'ensemble des émissions associées à la combustion fixe (gaz naturel) dans les locaux où l'INRS est occupant, mais non propriétaire. L'INRS déclare également les émissions associées à la production de l'électricité et à la vapeur consommée dans ces locaux durant la période de déclaration.

Il est à noter que le bureau de Baie-Saint-Paul a pour le moment été exclus du présent Bilan, puisque nous y sommes locataire depuis février 2025 seulement et qu'aucune donnée n'est disponible sur la consommation d'énergie. Il est à noter que le chauffage du bâtiment fonctionne à la biomasse forestière locale.

2.5.9 Catégorie 3.9 : Déplacement des étudiant.es

L'INRS déclare ici les émissions associées aux allers-retours quotidiens de la communauté étudiante de l'INRS entre leur domicile et leur lieu d'études. Les moyens de transport considérés sont la voiture et le transport collectif.

L'INRS déclare également dans cette section les émissions associées à un déplacement aller-retour pour chaque séjour effectué par une ou un étudiant de l'INRS récipiendaire de la bourse de mobilité, ainsi que les émissions associées à un déplacement aller-retour pour chaque personne étudiante issue de l'international débutant ses études à l'INRS durant l'année de déclaration.

2.5.10 Catégorie 3.13 : Actifs loués en aval

L'INRS déclare dans cette catégorie l'ensemble des émissions dues à la combustion fixe (gaz naturel) et à la production de l'électricité consommée dans les locaux dont il est propriétaire, mais non occupant.

En d'autres termes, il s'agit ici de déclarer l'équivalent des émissions de portée 1 et 2 des entités présentes dans ces locaux.

2.5.11 Catégories non déclarées

Par souci de transparence, les cinq des quinze catégories prévues par le GHGP pour lesquelles l'INRS ne déclare aucune émission sont présentées ici (GHGP, 2004).

De ces six catégories, quatre ne sont pas jugées pertinentes au contexte universitaire par l'ACPAU :

- Catégorie 3.10 : *Transformation des produits vendus*;
- Catégorie 3.11 : *Utilisation des produits vendus*;
- Catégorie 3.12 : *Traitement des produits vendus en fin de cycle de vie*;
- Catégorie 3.14 : *Franchises*.

L'INRS vend un très petit volume d'articles promotionnels via le distributeur Créapub. Les émissions associées au cycle de vie de ces produits sont considérées négligeables et ne sont pas déclarées dans cet inventaire. Les émissions associées à tout article promotionnel acheté par l'INRS sont comptabilisées dans la catégorie 3.1.

La catégorie non déclarée dû à un manque de données, à l'absence de méthode claire et à la complexité de traitement de cette catégorie (ACPAU, 2022) est :

- *Catégorie 3.15 : Investissements*. Ils s'agit des émissions associées aux investissements et placements détenus par l'INRS.

L'ACPAU stipule que la pertinence de la catégorie 3.15, ainsi de celle de la catégorie 3.4 dont les émissions ne sont déclarées que partiellement dans cet inventaire, est élevée. Ainsi, il est attendu que l'omission de ces catégories cause un déficit appréciable de GES dans ce bilan par rapport aux émissions réelles de l'INRS.

2.6 SÉQUESTRATION DE CARBONE

L'INRS déclare la totalité du carbone séquestré par les arbres et peuplements forestiers se trouvant sur le Campus de Laval, durant l'année de déclaration, séparément du reste du bilan.

La quantité de carbone séquestré par le boisé du site du parc technologique de Québec n'a pas été calculée.

3. MÉTHODOLOGIE

La grande majorité des émissions déclarées dans cet inventaire sont calculées simplement en multipliant une donnée d'activité par un facteur d'émission approprié (voir la section B.1).

Une donnée d'activité peut être, par exemple, un volume de combustible consommé, une quantité d'argent dépensé pour l'achat de produits, une masse de matières résiduelles traitées par incinération, etc. La phase la plus importante et complexe de la constitution du bilan de GES est l'acquisition des données d'activité. Cela se fait généralement en contactant les responsables des secteurs concernés par l'émission de GES de l'INRS. Afin d'établir un système de calcul pérenne permettant une mise à jour facile de l'inventaire, il est crucial d'établir les connexions vers les responsables et les données d'activité par des chemins simples et automatiques dans la mesure du possible. Cette tâche est en cours à l'INRS et sera perfectionnée au cours des prochaines années.

Le facteur d'émission permet de convertir la donnée d'activité en émissions d'un GES donné. Plusieurs facteurs d'émission sont disponibles pour une activité émettant plus d'un GES. Certains facteurs d'émission expriment directement la masse de CO₂ équivalent émise par une activité et considèrent ainsi l'ensemble des GES émis. Conformément aux directives du GHGP, les facteurs d'émission publiés plus récemment et par des organismes en proximité géographique avec la province de Québec sont priorisés (GHGP, 2004).

Un très grand nombre de facteurs d'émission sont utilisés dans cet inventaire. Ils sont tous répertoriés à l'Annexe A. Le Tableau 1 donne une vue d'ensemble de cet inventaire. Il présente les types et sources des données d'activité utilisées pour chaque catégorie d'émission identifiée dans le périmètre de déclaration. Par souci de transparence et de clarté, ce tableau identifie, pour chaque catégorie, le tableau spécifique de l'Annexe A contenant les facteurs d'émission utilisés. Il identifie également la ou les méthodes spécifiques employées pour calculer les émissions, listées à l'Annexe B. La méthode utilisée pour approximer l'incertitude sur les émissions calculées, basée sur GHGP (2005) et le GIEC (2001), est présentée à l'annexe B.7 et s'applique à tous les calculs effectués.

TABLEAU 3 : VUE D'ENSEMBLE DES LA MÉTHODE D'INVENTAIRE

PORTÉE	CATÉGORIE		TYPE DE DONNÉE D'ACTIVITÉ	SOURCE DES DONNÉES D'ACTIVITÉ	TABLEAU DES FACTEURS D'ÉMISSION	MÉTHODE DE CALCUL UTILISÉE
1	1.1 Combustion fixe	Chauffage des bâtiments	Volume de GN consommé	Formulaire ÉnerUNIV ^a	Tableau 10	Annexe B.1
		Génératrices	Volume de diesel consommé	Achats de carburant		
		Poêle de Sacré-Cœur	Volume de propane consommé	Achats de carburant		
	1.2 Combustion mobile		Volume d'essence consommé	Kilométrage parcouru et modèle des véhicules ^b	Tableau 11	Annexe B.2
	1.3 Fuites de gaz réfrigérants	Climatisation des bâtiments	Estimation de la masse du gaz émis lors des fuites	Liste et spécifications des appareils en fonction	- ^c	
Climatisation des véhicules		Estimation de la masse du gaz émis lors des fuites	Nombre d'équipements motorisés climatisés utilisés en été			

TABLEAU 3 : VUE D'ENSEMBLE DES LA MÉTHODE D'INVENTAIRE

PORTÉE	CATÉGORIE		TYPE DE DONNÉE D'ACTIVITÉ	SOURCE DES DONNÉES D'ACTIVITÉ	TABLEAU DES FACTEURS D'ÉMISSION	MÉTHODE DE CALCUL UTILISÉE
	1.4 Gaz de laboratoire		Masse des gaz utilisés en laboratoire	Rapports d'achats des responsables de laboratoire	-c	
2	Émissions indirectes liées à la consommation d'électricité		Consommation d'électricité en kWh	Formulaire ÉnerUNIV ^a	Tableau 10	Annexe B.1
3	3.1 Achat de biens et services		Dépenses	Charte des dépenses de l'INRS	Tableau 12	Annexe B.3
	3.2 Biens d'équipement					
	3.3 Autres émissions liées au carburant ou à l'énergie		Volume de GN consommé et consommation d'électricité en kWh	Formulaire ÉnerUNIV ^a	Tableau 10	Annexe B.1
	3.4 Transport et distribution en amont (services de messagerie utilisés)		Dépenses	Charte des dépenses de l'INRS	Tableau 12	Annexe B.3
	3.5 Déchets et eaux usées générés par les activités	Élimination des matières résiduelles	Estimation de la masse annuelle des matières résiduelles collectées (ordures, compost)	Caractérisation du profil des matières résiduelles, par la firme Stratzer, et par le stagiaire Pedro Lima	Tableau 13	Annexes B.1, B.4
		Transport des matières résiduelles	Estimation de la distance parcourue	Google maps, selon la localisation du lieu de traitement fournie par les responsables de la collecte	Tableau 11	Annexe B.1
		Eaux usées	Proportion du volume d'eau consommé ^d	Compteurs d'eau potable des bâtiments	Tableau 13	Annexe B.1
	3.6 Déplacements professionnels		Distance parcourue ou durée du voyage, selon le mode de transport employé	Rapport de dépenses	Tableau 14	Annexe B.1
	3.7 Déplacements pendulaires des employé.es pour aller au travail		Estimation de la fréquence d'allers-retours par personne par mode de transport, distance parcourue	Résultat du sondage de mobilité mené par l'Autorité régionale de transport métropolitain (ARTM) à l'automne 2024	Tableau 11	Annexe B.5
	3.8 Actifs loués en amont		Volume de GN consommé et consommation d'électricité en kWh	Formulaire ÉnerUNIV ^a	Tableau 10	Annexe B.1

TABLEAU 3 : VUE D'ENSEMBLE DES LA MÉTHODE D'INVENTAIRE

PORTÉE	CATÉGORIE		TYPE DE DONNÉE D'ACTIVITÉ	SOURCE DES DONNÉES D'ACTIVITÉ	TABLEAU DES FACTEURS D'ÉMISSION	MÉTHODE DE CALCUL UTILISÉE
	3.9 Déplacements des étudiant.es	Déplacements pendulaires	Estimation de la fréquence d'allers-retours par personne par mode de transport, distance parcourue	Résultat du sondage de mobilité mené par l'Autorité régionale de transport métropolitain (ARTM) à l'automne 2024	Tableau 11	Annexe B.1
		Mobilité étudiante	Distance entre le lieu d'étude et le lieu de stage ^e	Bourses de mobilité octroyées aux étudiants		
		Nouveaux étudiants internationaux	Distance entre la ville de provenance et le lieu d'étude à l'INRS ^e	Données géographiques des inscriptions		
		3.13 Actifs loués en aval		Volume de gaz naturel consommé et consommation d'électricité en kWh	Propriétaire du bâtiment à qui l'espace est loué, selon les compteurs en place	Tableau 10
Séquestration de carbone			Recensement d'arbres individuels et peuplements forestiers	Inventaire des arbres réalisés par CANOPEE en 2021, inventaire écoforestier du Québec méridional (IEQM)	Calculé par la firme Habitat	Annexe B.6

^aRelevé énergétique remis au ministère de l'Enseignement supérieur, faisant l'objet d'une vérification indépendante

^bLa consommation des véhicules, obtenue avec (GC, 2025), permet de convertir le kilométrage parcouru en volume de combustible consommé

^cLes données d'activité correspondent directement à la masse de GES émise. La seule manipulation est de convertir les émissions en CO₂ équivalent

^dLa production d'eaux usées a été approximée à 95% de la consommation d'eau potable, le reste étant associé à la consommation humaine. Une plus petite proportion, estimée par le Service du bâtiment, est utilisée pour le Campus de Laval puisqu'il y a production de vapeur par la centrale thermique.

^eEstimé à partir d'un script python exploitant les données gratuites et fréquemment mises à jour de (Megginson, 2025)

4. INVENTAIRE

Cette section présente et discute des résultats de la comptabilisation des émissions. Des pistes d'amélioration du bilan sont mises de l'avant.

4.1 RÉSULTATS DE LA QUANTIFICATION

Conformément aux directives du GHGP, le Tableau 4 présente les émissions de portée 1 et 2 pour chaque type de GES. Le Tableau 5 regroupe les émissions pour l'ensemble des catégories identifiées dans le périmètre de déclaration, en CO₂ eq. Les émissions à déclarer séparément du bilan (émissions des GES non couverts par le protocole de Kyoto et émissions biogéniques) sont déclarées au Tableau 6. Le Tableau 7 présente le carbone séquestré durant l'année de déclaration par le boisé du campus de Laval. Le diagramme circulaire de la Figure 2 illustre graphiquement la part des émissions attribuables à chaque catégorie identifiée dans le périmètre de déclaration.

Les résultats de cet inventaire sont comparés à ceux des inventaires précédents au Tableau 8, à titre indicatif. Seules les émissions de portée 1 et 2 sont comparées: les inventaires précédents considèrent un nombre beaucoup plus restreint de catégories de portée 3, ce qui rend la comparaison quantitative futile.

Les résultats du présent bilan sont comparés avec ceux de l'Université Laval et de l'Université McGill, soit d'autres universités membres de la même communauté de pratique sur les GES que l'INRS au Tableau 9.

		TABLEAU 4 : INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE GES DE PORTÉE 1 ET 2 POUR LA PÉRIODE 2024-2025, PAR GES						
PORTÉE	CATÉGORIE		Quantité	t CO ₂	t CH ₄	t N ₂ O	t SF ₆	t HFC
1	Combustion fixe	Combustion de gaz naturel (chauffage des bâtiments)	3 366 155 m ³	6 483,2	0,12455	0,11782	0	0
		Combustion de diesel (génératrices)	12 355 L	33,12	0,00096	0,00027	0	0
		Combustion de propane (poêle de Sacré-Cœur)	676 L	1,02	0,00002	0,00007	0	0
		TOTAL COMBUSTION FIXE	-	6 517,36	0,13	0,12	0	0
	Combustion mobile		13 272 L	32,09	0,0015	0,0011	0	0
	Fuites de gaz réfrigérants	Climatisation des bâtiments	253,98 kg	0	0	0	0	0,25398
		Climatisation des véhicules	0,13 kg	0	0	0	0	0,00013
		TOTAL FUITE DE GAZ RÉFRIGÉRANTS	254,11 kg	0	0	0	0	0,25411
	Gaz de laboratoire		20 336 kg	20,33	0,00501	0	78,16	0
	TOTAL PORTÉE 1			6 569,79	0,13204	0,11923	78,16	0,25411
2	Émissions indirectes liées à la consommation d'électricité		34 650 861 kWh	41,58	0	0	0	0
TOTAL PORTÉE 1 ET 2				6 611,37	0,13204	0,11923	78,16	0,25411

**TABLEAU 5 : INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE GES
POUR LA PÉRIODE 2024-2025**

PORTÉE	CATÉGORIE		ÉMISSIONS (t CO ₂ eq.)	INCERTITUDE ABSOLUE (t CO ₂ eq.)
1	Combustion fixe	Combustion de gaz naturel (chauffage des bâtiments)	6 519,09	460,97
		Combustion de diesel (génératrices)	33,23	10,11
		Combustion de propane (poêle de Sacré-Cœur)	1,04	0,07
		TOTAL COMBUSTION FIXE	6 553,36	461,08
	Combustion mobile		32,44	16,3
	Fuites de gaz réfrigérants	Climatisation des bâtiments	397,43	28,1
		Climatisation des véhicules	0,20	0,06
		TOTAL FUITE DE GAZ RÉFRIGÉRANTS	397,63	28,16
	Gaz de laboratoire		39,47	3,95
	TOTAL PORTÉE 1		7 022,9	463,39
2	Émissions indirectes liées à la consommation d'électricité		41,58	2,94
3	3.1 Achat de biens et services	3.1.1 Equipement et fournitures de bureau	31,40	18,31
		3.1.2 Equipement scientifique	17,24	10,05
		3.1.3 Autre équipement	2 492,91	1453,60
		3.1.4 Fournitures scientifiques	41,54	24,22
		3.1.5 Frais de formation, de séjour et de réception	504,24	294,02
		3.1.6 Honoraires et services professionnels	624,31	364,03
		3.1.7 Numérique et télécommunications	66,59	38,83
		3.1.8 Entretien et réparation	1 012,57	590,42
		3.1.9 Construction et rénovations	16,16	9,42
		3.1.10 Animaux	319,11	186,07
		3.1.11 Autres	426,53	248,71
		TOTAL CATÉGORIE 3.1	5 552,60	1 667,22
	3.2 Biens d'équipement	3.2.1 Equipement de bureau	34,79	20,28
		3.2.2 Equipement scientifique	1 524,49	888,92
		3.2.3 Autre équipement	37,22	21,70
		3.2.4 Honoraires et services professionnels	0,00	0,00
		3.2.5 Numérique	325,28	189,67
		3.2.6 Construction et rénovations	3 209,21	1871,28
		3.2.7 Achat de bâtiments	0,00	0,00
		TOTAL CATÉGORIE 3.2	5 130,98	2 080,55
	3.3 Autres émissions liées au carburant ou à l'énergie		2 472,01	174,8
	3.4 Transport et distribution en amont (services de messagerie)		31,35	18,28
	3.5 Déchets et eaux usées générés par les activités	Élimination des matières résiduelles	12,92	2,74
		Transport des matières résiduelles	29,86	9,08
		Eaux usées	8,47	1,34
		TOTAL CATÉGORIE 3.5	51,26	9,58

**TABLEAU 5 : INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE GES
POUR LA PÉRIODE 2024-2025**

PORTÉE	CATÉGORIE	ÉMISSIONS (t CO ₂ eq.)	INCERTITUDE ABSOLUE (t CO ₂ eq.)
	3.6 Déplacements professionnels	904,15	142,96
	3.7 Déplacements pendulaires des employé.es pour aller au travail	318,17	96,77
	3.8 Actifs loués en amont	40,24	2,85
	Déplacements pendulaires	157,66	47,3
	3.9 Mobilité étudiante	233,11	69,93
	Mobilité étudiante internationale et nouveaux étudiant.es de l'international		
	TOTAL CATÉGORIE 3.9	390,77	118,85
	3.13 Actifs loués en aval	1 792,53	126,75
	TOTAL PORTÉE 3	16 684,06	2683,15
	TOTAL PORTEES 1 ET 2	7 064,48	463,4
	ÉMISSIONS TOTALES	23 748,55	2722,88

**TABLEAU 6 : INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE GES HORS-BILAN
POUR LA PÉRIODE 2024-2025**

DESCRIPTION	ÉMISSIONS (t CO ₂ eq.)
Émissions de GES des gaz réfrigérants non couverts par le protocole de Kyoto	52,61
Émissions biogéniques générées par l'élimination des matières résiduelles	6,35

TABLEAU 7 : PUIITS DE CARBONE DU CAMPUS DE LAVAL

SUPERFICIE DU LOT (ha)	CARBONE SEQUESTRE ANNUELLEMENT (/an)			
	Biomasse des arbres individuels	Biomasse des arbres en peuplements	Matière organique morte des peuplements	Total
29,42	6,8	14,72	6,6	28,11

**TABLEAU 8 : ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GES AU FIL DES
ANNÉES DE DÉCLARATION**

PORTÉE	EMISSIONS (t CO ₂ eq.)			
	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2024-2025
1	6 440,36	6 655,03	6 656,71	7 022,9
2	57,61	58,13	41,12	41,58

TABLEAU 8 : ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GES AU FIL DES ANNÉES DE DÉCLARATION

PORTÉE	EMISSIONS (t CO ₂ eq.)			
	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2024-2025
3	-	-	15 849,70	16 684,06

TABLEAU 9 : COMPARAISON DES ÉMISSIONS DE PORTÉES 1 ET 2 DE DIFFÉRENTES UNIVERSITÉS POUR 2024-2025

	INRS 2024-2025	UNIVERSITÉ LAVAL 2023-2024 ^a	UNIVERSITÉ MCGILL 2023 ^b
Émissions annuelles totales (t CO ₂ eq.)	7 064	18 396	36 736
Émissions par superficie (kg CO ₂ eq./m ²)	70	26	38
Émissions par personne (kg CO ₂ eq./pers.)	4 584	410	702
Émissions par intensité de recherche (kg CO ₂ eq./\$/prof) ^c	15	62	97

^aDonnées provenant du [Greenhouse Gas Inventory 2023 de l'Université McGill](#)

^bDonnées provenant du [Rapport des émissions de GES 2023-2024 de l'Université Laval](#)

^cDonnées provenant de Research Infosource (2024). C'est l'indicateur du montant des subventions de recherche par professeur (\$/faculty) qui est utilisé ici pour faciliter l'exercice de comparaison

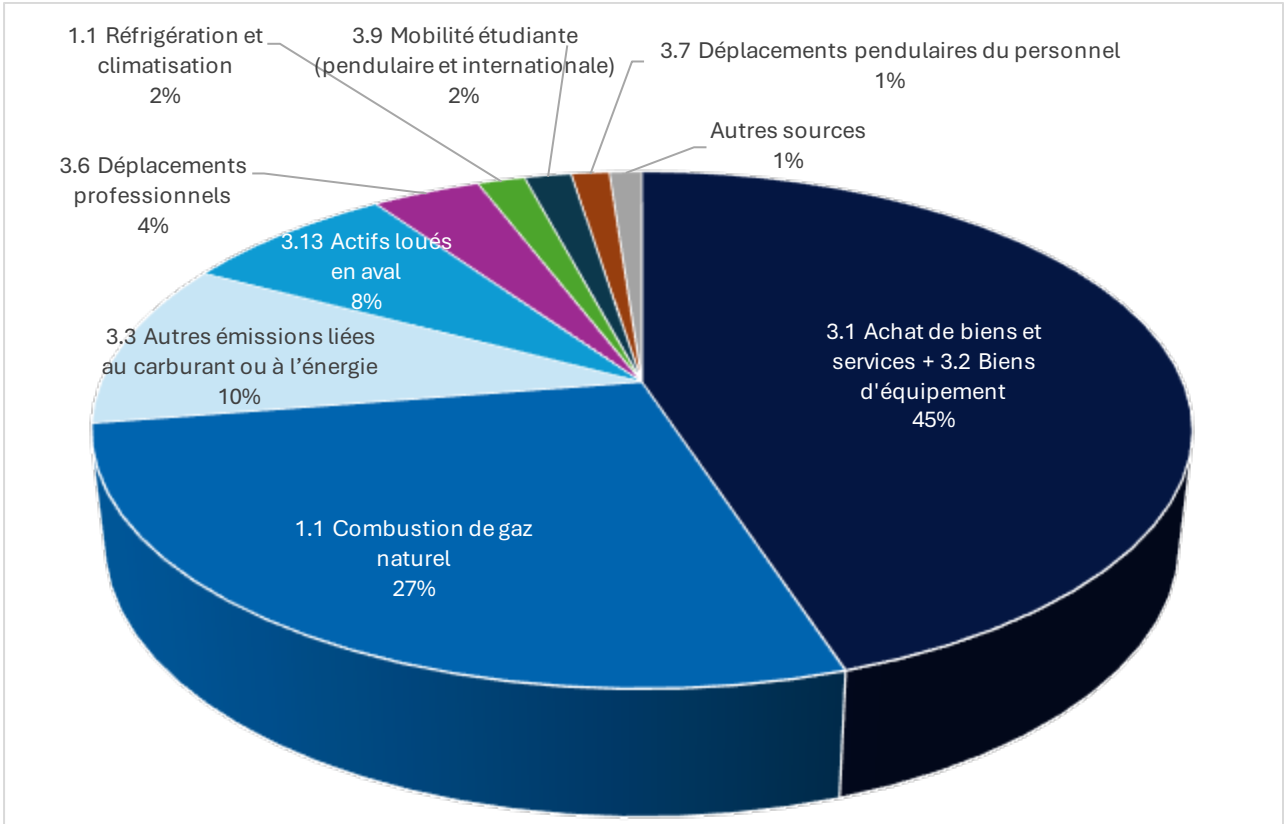


Figure 2 : Répartition des émissions de GES de l'INRS pour l'année 2024-2025 (portées 1, 2 et 3)

4.2 DISCUSSION

Ce bilan s'inscrit dans la démarche de l'INRS visant à broser un portrait plus complet de ses émissions de GES et estime pour la deuxième fois la grande majorité des émissions de portée 3 de l'INRS. Cet effort contribue à *l'Engagement de l'INRS pour atteindre la carboneutralité* (INRS, 2023) d'ici 2040 et permet à l'INRS de cibler les actions prioritaires à mener en termes de décarbonation et de guider l'INRS dans la rédaction d'une feuille de route de la décarbonation des bâtiments, qui sera réalisée et publiée dans les prochaines années.

De manière générale, une institution qui produit périodiquement un inventaire de GES comme l'INRS doit établir une année de référence, utilisée pour comparer les émissions déclarées dans ses bilans futurs. Cela permet à l'institution de faire le suivi de ses réductions de GES en fonction du temps (GHGP, 2004). L'année 2022-2023 a été désignée comme année de référence des émissions de GES considérant que le bilan 2022-2023 fut le premier à être plus complet ajout de presque toutes les catégories de portée 3 pertinentes). L'INRS s'est engagé à publier un inventaire de GES tous les deux ans, à partir de cette année de référence.

Tel que visible à la Figure 2, les approvisionnements (catégories 3.1 et 3.2) représentent la plus grande source d'émissions de l'INRS, soit 45% des émissions totales de l'INRS, toutes portées confondues. La deuxième plus grande source est sans grande surprise la combustion du gaz naturel qui sert au chauffage des bâtiments (27,5%). Ces deux indications donnent une ligne directrice aux efforts à accomplir pour améliorer le bilan de GES de l'INRS : réviser la chaîne d'approvisionnement, augmenter l'efficacité énergétique des bâtiments et sensibiliser la communauté de l'INRS à sa consommation d'énergie et de produits.

L'évolution des émissions de portée 1 et 2 du Tableau 8 montre de faibles variations avec les années. L'augmentation observée par rapport à l'année de déclaration précédente (2022-2023) s'explique par une combinaison de quatre facteurs : a) en partie à cause d'un hiver plus rigoureux qui a requis plus de chauffage; b) en partie par une augmentation du nombre de jours de climatisation nécessaires due aux chaleurs plus intenses; c) parce qu'un requis réglementaire nous a obligé à augmenter le nombre de changements d'air à l'heure pour l'hébergement des animaux dans les laboratoires du LNBE; et d) il y a eu un achat de SF₆ pour des procédés de laboratoire cette année – ce gaz, qui a un très haut potentiel de réchauffement planétaire (total de 19 t CO₂ eq.), sera utilisé sur une décennie, mais est comptabilisé une seule fois, lors de l'achat, soit en 2024-2025.

Concernant les émissions liées aux approvisionnement (3.1 et 3.2), on peut constater une hausse par rapport à l'année de référence qui s'explique par une augmentation des dépenses – la méthode de quantification choisie étant basée sur les dépenses, les émissions augmentent lorsque le coût des biens et services augmente. De manière plus détaillée, les postes d'émissions les plus élevés sont sans surprise les équipements scientifiques et ce qui touche au secteur de la construction/rénovation.

Autre point notable, identifiable plus facilement au Tableau 4, les émissions générées par le déplacement pendulaire du personnel (318 t CO₂ eq.) sont deux fois plus importantes que celles dues au déplacement pendulaire des personnes étudiantes (158 t CO₂ eq.), bien que la taille du personnel ne corresponde qu'à environ 1,1 fois la taille de la communauté étudiante. Ceci s'explique par le fait que les modes de transport des deux groupes sont très différents. Des efforts supplémentaires pourraient être déployés pour sensibiliser le personnel à l'empreinte carbone de leurs déplacements pendulaires et promouvoir des modes de déplacement durables. On note tout de même une diminution des personnes venant seules en voiture sur les campus par rapport en 2023, à la suite des efforts de mobilité durable mis en place depuis 2024 (infrastructures cyclistes, programme de retour garanti, rabais sur le transport collectif et le vélopavage, ateliers de mécanique vélo, concours, etc.).

Comme présenté au Tableau 9, les émissions de portée 1 et 2 de l'INRS, par unité de superficie, sont plus importantes que celles d'autres universités québécoises. Les émissions de portée 1 et 2 par personne sont également largement supérieures. Cela était attendu étant donné les particularités de l'INRS, présentées à la section 1.1 (peu de personnes étudiantes, beaucoup de laboratoires). Cela confirme que la recherche intensive qui s'effectue à l'INRS est source d'une plus grande quantité de GES, par personne ou par superficie. Ainsi, lorsque comparées en considérant l'intensité de recherche (en dollars de subvention par

professeur-e), une nouvelle mesure introduite dans ce rapport au Tableau 9, les émissions de l'INRS sont inférieures à celles des autres universités québécoises considérées.

Une amélioration a été apportée à la catégorie 3.6 cette année. Les rapports de dépenses ont en effet été épluchés un à un afin de sortir un portrait plus précis des déplacements professionnels. Il en ressort que les émissions liées aux déplacements professionnels s'élèvent annuellement à environ 904 t CO₂ eq., dont près de 88% sont attribuables aux déplacements en avion. L'analyse a également permis de déterminer que le corps professoral de l'INRS émet en moyenne 3,6 t CO₂ eq./personne/année dans cette catégorie, tandis que les étudiantes et étudiants émettent 0,7 t CO₂ eq./pers./an.

Comme mentionné à la section 2.5, les émissions de portée 1 et 2 sont considérablement plus précises que les émissions de portée 3, telles que le montrent les incertitudes estimées du Tableau 5 (incertitudes relatives de 6,6%, 7,1% et 16,1% respectivement pour les portées 1, 2 et 3). Suivant l'échelle de fiabilité de l'annexe B.7, il est possible d'affirmer que la valeur déclarée pour les portées 1 et 2 a une fiabilité élevée, tandis que la valeur déclarée pour la portée 3 a une fiabilité moyenne. En réalité, cela reflète le fait que certaines catégories de portée 3 ont une fiabilité élevée (3.3, 3.8 et 3.13) et d'autres ont une fiabilité très faible (3.1, 3.2 et 3.4). La qualité du bilan pour ces catégories caractérisées par une grande incertitude est plutôt faible. La prochaine section discute plus en détail de la source de ces incertitudes et présente des pistes d'amélioration pour améliorer la précision des méthodes employées.

4.3 PISTES D'AMÉLIORATION

Dénombrer et comptabiliser exhaustivement et avec précision l'ensemble des émissions d'un organisme est une tâche complexe. L'inventaire qui en résulte sera toujours imparfait et pourra toujours être amélioré. L'INRS continue d'améliorer ses méthodes pour chaque nouvel inventaire, pour tendre vers un inventaire le plus complet, transparent et précis possible. À cet effet, voici les améliorations principales identifiées, à prioriser lors de la rédaction des futurs bilans, pour pallier les lacunes du présent inventaire.

Les améliorations principales à apporter pour les émissions de portée 3 sont :

- **Catégorie 3.1 et 3.2 :** La méthode basée sur les dépenses est généralement la première utilisée par les organismes pour estimer leurs émissions des catégories 3.1 et 3.2 puisqu'elle est plus simple. Toutefois, elle est également la moins précise (GHGP, 2011). De plus, elle permet difficilement à un organisme de faire le suivi quantitatif de l'évolution de ses émissions d'un bilan à l'autre. Effectivement, cette méthode de calcul ne prend pas en considération le produit spécifique qui est acheté, mais plutôt les dépenses effectuées pour l'achat de produits d'un certain type. Ainsi, tout effort de la part de l'INRS pour acheter des produits à plus faible empreinte carbone n'est pas reflété dans le bilan lorsque la méthode basée sur les dépenses est utilisée. L'utilisation de la méthode basée sur les dépenses permet donc avant tout de présenter une estimation des émissions associées aux biens achetés par un organisme et permet de cibler, en première approximation, les types de biens et services responsables de la plus grande portion des émissions des catégories 3.1 et 3.2. Les méthodes plus précises recommandées par le GHGP préconisent de baser le calcul sur un inventaire des produits achetés, plutôt que sur les dépenses, et d'utiliser des facteurs d'émission calculés par les fournisseurs spécifiquement pour leurs produits. Cette méthode de calcul est, bien évidemment, beaucoup plus complexe à instaurer, car elle requiert d'entrer en contact avec l'ensemble des fournisseurs et de tenir un inventaire précis des achats. Le GHGP propose aux organismes désireux d'améliorer la précision de leurs calculs de transitionner vers une méthode basée sur les produits graduellement, et d'utiliser les deux méthodes pour calculer les émissions de différents types de produits et services s'il le faut. Ainsi, pour transitionner efficacement vers un inventaire plus précis, l'INRS se propose d'éventuellement 1) identifier, à l'aide des émissions déclarées dans ce bilan, les types de biens et de services générant le plus d'émissions et les fournisseurs de ces biens et services, 2) contacter ces fournisseurs pour obtenir de l'information sur l'empreinte carbone de leurs produits et services et 3) utiliser la méthode basée sur les produits pour calculer, dans les futurs bilans, les émissions associées par ces produits clés. Cette amélioration est à prioriser puisque, tel que l'illustre la Figure 2, les émissions de catégorie 3.1 et 3.2 représentent à elles seules 45 % des émissions totales de l'INRS, toutes portées confondues.
- **Catégorie 3.4 :** Les émissions de catégorie 3.4 ne sont déclarées que partiellement dans ce bilan. Les émissions associées au transport des produits achetés par l'INRS ne sont pas calculées. Comme c'est le cas pour les émissions de catégorie 3.1 et 3.2, la déclaration de ces émissions est complexe

puisque'elle nécessite l'obtention d'informations spécifiques à chaque produit acheté. Pour transitionner vers un bilan plus complet, des informations relatives au transport des produits achetés pourront être demandées auprès des fournisseurs principaux de l'INRS, déjà identifiés pour l'amélioration du bilan des catégories 3.1 et 3.2, permettant ainsi d'améliorer les bilans des catégories 3.1, 3.2 et 3.4 conjointement.

Cette amélioration est à prioriser puisque, tel qu'affirmé par (ACPAU, 2022), la proportion des émissions de catégorie 3.4 est typiquement importante dans le bilan d'un organisme universitaire.

Finalement, il pourrait être intéressant d'incorporer aux émissions hors-bilan les émissions biogéniques provenant des fermenteurs du LBE. Cela implique d'identifier une méthode permettant de calculer ces émissions et d'acquérir des données d'activité pertinentes sur son utilisation.

CONCLUSION

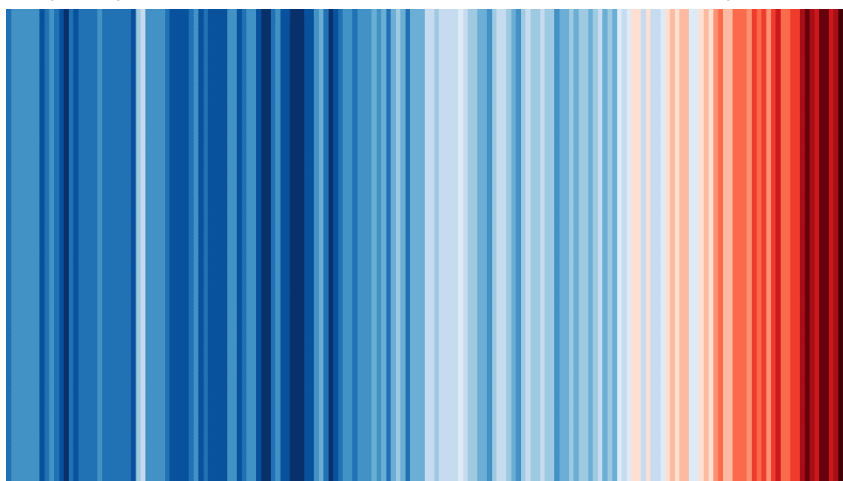
L'inventaire des émissions de GES de l'INRS fait partie de sa démarche vers l'amélioration de son bilan et vers la carboneutralité. L'année de déclaration 2022-2023 a été choisie comme année de référence pour la comparaison avec les inventaires, qui seront publiés tous les deux ans.

**« Pour l'année de déclaration 2024-2025, l'INRS a émis
7 022,9 t CO₂ eq. (portée 1), 41,58 t CO₂ eq. (portée 2) et
16 684,06 t CO₂ eq. (portée 3). »**

Ce bilan permet de cibler les émissions à réduire en priorité : les sources principales d'émissions sont l'approvisionnement (45% des émissions) et le chauffage des bâtiments au gaz naturel (27,5%). Les mesures identifiées dans ce texte pour améliorer le bilan incluent la réduction de la demande en énergie des bâtiments par l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments, la sensibilisation des usagers à l'utilisation de l'énergie et la mise en place de mesures pour améliorer la mobilité durable. Un chantier de décarbonation a d'ailleurs démarré en février 2023 et l'INRS vise la carboneutralité (catégories d'émissions 1 et 2) d'ici 2040 et l'établissement d'une feuille de route pour y arriver.

Pour améliorer la qualité de cet inventaire, de nouvelles sources d'émissions indirectes (transport des produits achetés, investissements) et de GES hors-bilan pourront être comptabilisées aux années de déclaration ultérieures. La précision du rapport, plus précisément celle des émissions déclarées pour les catégories 3.1, 3.2 et 3.4 qui est pour le moment très faible, s'améliorera avec chaque nouveau bilan par la modification graduelle de la méthode de calcul des émissions.

En somme, l'INRS a une intensité de recherche très élevée qui se reflète par des émissions de GES élevées, plus importantes que celles d'autres universités lorsque considérées par personne ou par unité de superficie. L'amélioration perpétuelle de la qualité de son inventaire et ses actions envers son récent engagement de carboneutralité d'ici 2040 (portées 1 et 2) s'inscrivent dans la mission de l'INRS visant à améliorer et servir la société québécoise.



#ShowYourStripes : Représentation visuelle de l'évolution de la température mesurée sur le globe depuis 1850. Chaque bande représente la température moyenne sur une année. © Ed Hawkins, National Centre for Atmospheric Science, University of Reading.

RÉFÉRENCES

- Association canadienne du personnel administratif universitaire (ACPAU). (2022). Guide pour estimer les émissions de gaz à effet de serre de portée 3.
- Banque du Canada (BOC). (2025). Taux de change annuels. Disponible à <https://www.banqueducanada.ca/taux/taux-de-change/taux-de-change-moyens-annuels/>
- California Air Resources Board (CARB). (2025). *High-GWP Refrigerants*. Disponible à <https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/high-gwp-refrigerants>
- Centre international de référence sur l'analyse du cycle de vie et la transition durable (CIRAIG). (2024). *Module to create symmetric Environmentally Extended Input-Output tables for Canada*. Disponible à <https://github.com/CIRAIG/OpenIO-Canada>
- Climatiq. (2025). *Internet publishing and broadcasting and web search portals*. Climatiq Data Explorer. <https://www.climatiq.io/data>
- Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water (DCCEEW). (2025). *Hydrofluorocarbon refrigerants – global warming potential values and safety classifications*. Disponible à <https://www.dcceew.gov.au/environment/protection/ozone/rac/global-warming-potential-values-hfc-refrigerants#hfc-blends>
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). (2024). Rapport d'inventaire national 1990–2022 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada. Disponible à : <https://www.canada.ca/inventaire-ges>
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). (2025). Rapport d'inventaire national 1990–2023 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada. Disponible à : <https://www.canada.ca/inventaire-ges>
- Gouvernement du Canada (GC). (2025). Outil de recherche pour les cotes de consommation de carburant. Disponible à <https://fcr-ccc.nrcan-rncan.gc.ca/fr>
- Gouvernement du Canada (GC). (2024). Potentiels de réchauffement planétaire. Disponible à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/emissions-gaz-effet-serre/orientation-quantification/potentiels-rechauffement-planetaire.html>
- Greenhouse Gas Protocol (GHGP). (2004). *A Corporate Accounting and Reporting Standard, revised edition*. Disponible à <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>
- Greenhouse Gas Protocol (GHGP). (2005). *GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty*. Disponible à <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghg-uncertainty.pdf>
- Greenhouse Gas Protocol (GHGP). (2011). *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*. Disponible à <https://ghgprotocol.org/corporate-value-chain-scope-3-standard>
- Greenhouse Gas Protocol (GHGP). (2014). *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories: An Accounting and Reporting Standard for Cities*. Disponible à https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards/GHGP_GPC_0.pdf
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2001). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories – Chapter 6: Quantifying Uncertainties in Practice* [Eggleston, S. et al.]. Disponible à <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Chapter 7: Emissions of fluorinated substitutes for ozone depleting substances* [Bjønness, K.L. et al.]. Disponible à https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/3_Volume3/19R_V3_Ch07_ODS_Substitutes.pdf
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental*

Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V. et al. (eds.)]. *Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA*, 2391 pp. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Habitat (2023). Rapport de métadonnées – Évaluation de la séquestration de carbone par les arbres du campus de l'INRS à Laval. Pour l'Institut national de la recherche scientifique (INRS). 7 p.

Institut national de la recherche scientifique (INRS). (2023). Engagement de l'INRS pour atteindre la carboneutralité. Disponible à : <https://inrs.ca/wp-content/uploads/485A-20230214-4261-Engagement-Carboneutralite.pdf>

Levasseur, A., Mercier-Blais, S., Prairie, Y., Tremblay, A., & Turpin, C. (2021). Amélioration de la précision de l'empreinte carbone de l'électricité : Estimation des émissions de gaz à effet de serre des réservoirs hydroélectriques. *Renew. Sustain. Energy Rev*, 136, 110433. Disponible à : <https://www.hydroquebec.com/data/developpement-durable/pdf/amelioration-precision-empreinte-carbone-electricite.pdf>

Meggison, D. (2025). *OurAirports data*. Disponible à <https://github.com/davidmeggison/ourairports-data>

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2019). Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre. Disponible à <https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/guide-quantification/guide-quantification-ges.pdf>

Québec. (2007). Q-2, r. 15 - Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère. Disponible à <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/Q-2,%20r.%2015>

Railway Association of Canada). (2024). *Locomotive Emissions Monitoring Report 2023*. Disponible à <https://www.railcan.ca/resources/locomotive-emissions-monitoring/>

RECYC-QUÉBEC. (2025). Bilan net d'émissions de gaz à effet de serre. Disponible à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/municipalites/matieres-organiques/recyclage-residus-verts-alimentaires/implanter-optimiser-collecte/bilan-emissions-ges>

Research Infosource. (2023). *Canada's Top 50 Research Universities 2023*. Disponible à <https://researchinfosource.com/cil/2023/top-50-research-universities/list>

Södersten, C.-J. H., Wood, R., Hertwich, E.G. (2018). *Endogenizing Capital in MRIO Models: The Implications for Consumption-Based Accounting*. *Environmental Science and Technology*, 52, 22, 13250-13259. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02791>

Statistique Canada (StatCan). (2025). Indice des prix à la consommation, moyenne annuelle, non désaisonnalisé, Région du Québec. Disponible à : <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1810000501>

Statistique Canada (StatCan). (2023). Tableaux des ressources et des emplois 2020. Disponible à : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/catalogue/15-602-X>.

United Kingdom Government, Department for Energy Security and Net Zero (UK DESNZ). (2023). *2023 Government Greenhouse Gas Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Conversion Factors Final Report*. Disponible à : <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2023>

United States Environmental Protection Agency (EPA). (2025). *2024 GHG Emission Factors Hub*. Disponible à : <https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-emission-factors-hub>

ANNEXE A : FACTEURS D'ÉMISSION

Les tableaux 10 à 14 contiennent l'ensemble des facteurs d'émission utilisés dans cet inventaire. Le Tableau 3, dans le texte, associe ces tableaux aux différentes catégories d'émission déclarées.

TABLEAU 10 : FACTEURS D'ÉMISSION ASSOCIÉS À LA CONSOMMATION ET LA PRODUCTION D'ÉNERGIE

ACTIVITÉ		FACTEUR D'ÉMISSION				UNITÉS	SOURCE
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ eq.		
Production des combustibles (du berceau à la porte de l'usine)	Gaz naturel	0,25	0,004365	0,000007	0,385	kg/m ³	Calculé à partir du modèle GHGenius, version 5.02
	Diésel	0,69	0,004558	0,000021	0,830	kg/l	
	Propane	0,27	0,002718	0,000005	0,355	kg/l	
Combustion fixe	Gaz naturel	1,926	0,000037	0,000035	1,94	kg/m ³	(ECCC, 2025) Tableaux A6.1-1, A6.1-3
	Diésel	2,681	0,000078	0,000022	2,69	kg/l	(ECCC, 2025) Tableau A6.1-6
	Propane	1,515	0,000027	0,000108	1,55	kg/l	(ECCC, 2025) Tableau A6.1-5
Consommation	Électricité (production)	0,0012	0,000	0,000	0,0012	kg/kWh	(ECCC, 2024) Tableau A13-6
	Électricité (cycle de vie)	-			0,0345	kg/kWh	(Levasseur et al., 2021)
	Vapeur	-			0,0775	kg/lb	Gestionnaire de la Place Bonaventure, 2024

TABLEAU 11 : FACTEURS D'ÉMISSION UTILISÉS POUR CALCULER LES ÉMISSIONS ASSOCIÉES AUX DÉPLACEMENTS

CATÉGORIE DE DÉCLARATION	ACTIVITÉ	FACTEUR D'ÉMISSION				UNITÉS	SOURCE
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ eq.		
Combustion mobile (Portée 1)	Combustion d'essence dans les véhicules légers - Tier 2	2,307	0,000140	0,000022	2,32	kg/L	(ECCC, 2025) Tableau A6.1-15
	Combustion de diésel dans les véhicules légers - Contrôle avancé	2,681	0,000051	0,000220	2,74		

TABLEAU 11 : FACTEURS D'ÉMISSION UTILISÉS POUR CALCULER LES ÉMISSIONS ASSOCIÉES AUX DÉPLACEMENTS

CATÉGORIE DE DÉCLARATION	ACTIVITÉ	FACTEUR D'ÉMISSION				UNITÉS	SOURCE
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ eq.		
Transport des matières résiduelles (Catégorie 3.5)	Combustion de diesel dans les véhicules lourds - Contrôle avancé	2,681	0,000110	0,000151	2,73		
Déplacements professionnels (Catégorie 3.6)	Autobus urbain	0,044	0,000003	0,000001	0,04457	kg/passager-km	(EPA, 2024) Tableau 10 ^b
	Train interurbain	0,07	0,000006	0,000002	0,07083	kg/passager-km	(Railway Association of Canada, 2023)
	Déplacement en avion Trajet court (<483 km)	0,219	0,000004	0,000004	0,21990	kg/passager-km	(EPA, 2024) Tableau 10 ^b
	Déplacement en avion Trajet moyen (>483 km)	0,136	0,000000	0,000003	0,13697		
	Déplacement en avion Trajet long (>3700 km)	0,172	0,000000	0,000003	0,17308		
Déplacements pendulaires (Catégorie 3.7 et 3.9)	Voiture	0,19	0,000006	0,000037	0,20048	kg/km	(EPA, 2024) Tableau 10 ^c
	Moto	0,234	0,000057	0,000004	0,191324		
	Autobus	0,044	0,000003	0,000001	0,04457		
	Métro	0,058	0,000005	0,000001	0,05810		
	Train urbain	0,083	0,000000	0,000000	0,08264		
Déplacement des étudiants (Catégorie 3.9)	Déplacement en avion Trajet court (<483 km)	0,219	0,000004	0,000004	0,21990	kg/passager-km	(EPA, 2024) Tableau 10 ^b
	Déplacement en avion Trajet moyen (>483 km)	0,136	0,000000	0,000003	0,13697		
	Déplacement en avion Trajet long (>3700 km)	0,172	0,000000	0,000003	0,17308		

^aSelon Vicky Bolduc-Brzeau, chargée de projet du centre de gestion des déplacements, ces facteurs sont tirés entre autres de CAA, de Protégez-Vous et de l'ARTM

^bLes facteurs d'émission sont convertis de kg/passager-mile à kg/passager-km. Le facteur d'émission de CO₂ est multiplié par un facteur de 1,7 pour prendre en considération le forçage radiatif. L'application de ce facteur est suggérée comme moyen de prendre en considération les impacts additionnels des déplacements en avion, qui ne sont pas dus uniquement à l'émission de CO₂, sur le climat. Pour plus d'information, consulter (UK DESNZ, 2023)

^cLes facteurs d'émission sont convertis de kg/passager-mile à kg/passager-km.

TABLEAU 12 : FACTEURS D'ÉMISSION UTILISÉS POUR LA MÉTHODE DE CALCUL BASÉE SUR LES DÉPENSES (CATÉGORIES 3.1, 3.2 ET 3.4)

SOURCE	IDENTIFICATION	FACTEUR D'ÉMISSION ^a (kg CO ₂ eq./\$)	DEVISE
OpenIO (CPRE, 2020) ^b	MPG112006 - Other live animals	1,674	CAD
	MPG112006 - Schools, colleges, universities and other educational buildings	0,331	
	MPG23C101 - Highways, roads, streets, bridges and tunnels	0,379	
	MPS23D000 - Repair construction services	0,335	
	MPG311109 - Other animal feed	0,794	
	MPG321103 - Wood chips	0,750	
	MPG323001 - Printed products	0,434	
	MPG325102 - Industrial gases	0,945	
	MPG325106 - Other basic inorganic chemicals and nuclear fuel	0,925	
	MPG327A02 - Glass (including automotive), glass products and glass containers	0,655	
	MPG332500 - Builders, motor vehicle and other hardware	0,458	
	MPG332A01 - Hand tools, kitchen utensils and cutlery (except precious metal)	0,380	
	MPG334100 - Computers, computer peripherals and parts	0,351	
	MPG334209 - Other communications equipment	0,282	
	MPG334A01 - Audio and video equipment and unrecorded media	0,247	
	MPG334A06 - Measuring, control and scientific instruments	0,243	
	MPG335204 - Major appliances	0,512	
	MPG336111 - Passenger cars	0,458	
	MPG336900 - Other transportation equipment and related parts	0,273	
	MPG337203 - Office furniture	0,362	
	MPG339100 - Medical, dental and personal safety supplies, instruments and equipment	0,315	
	MPG339903 - Toys and games	0,372	
	MPG339904 - Office supplies (except paper)	0,372	
	MPS484001 - Moving services	0,769	
	MPG5111A1 - Periodicals	0,287	
	MPG5111A3 - Other published products	0,242	
	MPS51AX00 - Licensing of rights for commercial use of literary works (except software) and artistic works	0,204	
	MPS511200 - General purpose software	0,151	
	MPS517001 - Fixed telecommunications services (except Internet access)	0,211	

TABEAU 12 : FACTEURS D'ÉMISSION UTILISÉS POUR LA MÉTHODE DE CALCUL BASÉE SUR LES DÉPENSES (CATÉGORIES 3.1, 3.2 ET 3.4)

SOURCE	IDENTIFICATION	FACTEUR D'ÉMISSION ^a (kg CO ₂ eq./\$)	DEVISE
	MPS517002 - Mobile telecommunications services	0,211	
	MPS517004 - Fixed Internet access services	0,211	
	MPS518000 - Data processing, hosting, and related services (except software as a service, on cloud)	0,175	
	MPS519002 - Internet advertising	0,222	
	MPS519008 - Other information services	0,174	
	MPS5221A0 - Banking and other depository credit intermediation services - explicit charges	0,053	
	MPS524102 - Health and accident insurance services	0,078	
	MPS524103 - Vehicle insurance services	0,078	
	MPS524105 - Liability and other property and casualty insurance services	0,079	
	MPS531102 - Rental of non-residential real estate	0,176	
	MPS532A03 - Rental and operating leasing services of commercial and industrial machinery and equipment	0,205	
	MPS541100 - Legal services	0,108	
	MPS541200 - Accounting, tax preparation, bookkeeping and payroll services	0,105	
	IMS541502 - Own-account software design and development services	0,195	
	MPS541701 - Research and development services	0,128	
	MPS541902 - Veterinary services	0,137	
	MPS541909 - Other professional, scientific and technical services	0,140	
	MPS561100 - Office administrative services	0,235	
	MPS561300 - Employment services	0,137	
	MPS561400 - Business support services	0,157	
	MPS561600 - Investigation and security services	0,115	
	MPS561700 - Services to buildings and dwellings	0,242	
	MPS610004 - Tuition and similar fees for trade, technical and professional training	0,205	
	MPS621100 - Physician services	0,085	
	MPS621200 - Dental services	0,134	
	MPS713A00 - Amusement and recreational services	0,212	
	MPS722001 - Prepared meals	0,361	
	MPS811100 - Motor vehicle repair and maintenance services	0,191	
	MPS811A00 - Repair and maintenance services (except for buildings and transportation equipment)	0,234	

TABLEAU 12 : FACTEURS D'ÉMISSION UTILISÉS POUR LA MÉTHODE DE CALCUL BASÉE SUR LES DÉPENSES (CATÉGORIES 3.1, 3.2 ET 3.4)

SOURCE	IDENTIFICATION	FACTEUR D'ÉMISSION ^a (kg CO ₂ eq./\$)	DEVISE
	MPS812300 - Laundry, dry-cleaning and related services	0,284	
	MPS813000 - Other membership services	0,145	
	NGS913000 - Other municipal government services	0,226	
Climatiq (EPA, 2022)	Internet publishing and broadcasting	0,067	US

^aUn seul facteur d'émission est attribué à chaque compte de la charte comptable de l'INRS

^bL'outil OpenIO Canada, produit par le CIRAIG, fournit un facteur d'émission pour chacune des 492 catégories du système de classification des produits des ressources et de emplois (CPRE), utilisé par Statistique Canada. Ce système classe les biens et services de l'économie canadienne avec une résolution comparable à la résolution d'une charte comptable. Pour plus d'information sur les modèles EEIO (*Environmentally-extended input output*), comme OpenIO, se référer à (GHGP, 2011). OpenIO fonctionne à l'aide de données économiques de Statistique Canada et d'Exiobase (économies d'autres pays). Pour plus d'informations sur le fonctionnement d'OpenIO, consulter (CIRAIG, 2024). Les facteurs d'émission calculés avec cet outil et présentés dans ce tableau ne prennent pas en considération l'endogénéisation des capitaux, soit les émissions associées à la production des biens d'équipement utilisés dans la production des biens achetés (Södersten et al., 2018).

TABLEAU 13 : FACTEURS D'ÉMISSION UTILISÉS POUR LE CALCUL DES ÉMISSIONS GÉNÉRÉES PAR LE TRAITEMENT DES MATIÈRES RÉSIDUELLES

TYPE DE TRAITEMENT DES MATIÈRES RÉSIDUELLES	SITE CONCERNÉ	FACTEUR D'ÉMISSION				
		CO ₂ non biogénique (tonne de CO ₂ /tonne de MR)	CO ₂ biogénique (tonne de CO ₂ /tonne de MR)	CH ₄ (kg CH ₄ /tonne de MR)	N ₂ O (kg N ₂ O/tonne de MR)	CO ₂ équivalent (non biogénique) (kg CO ₂ eq./m ³ d'eaux)
Incinération	Québec ^a	1,143	0,903	0,3800	0,0582	-
Compost	Montréal et Laval	0	0,28 ^b	1,51 ^c	0,18 ^c	
Enfouissement	Montréal, Laval et Varennes	Émissions calculées avec la méthode <i>Methane Commitment</i> , voir section B.4				
Épuration des eaux usées	Montréal ^d	-				0,198
	Laval ^d	-				0,059
	Québec	-				0,07372
	Varennes	-				0,64877

^aFacteurs d'émission calculés à partir des tonnages et émissions déclarées par l'incinérateur de Québec en 2020

^bFacteur d'émission calculé par la firme-conseil ADDERE. L'entièreté des émissions de CO₂ issues du compostage sont considérées biogéniques

^cFacteurs d'émission obtenus au Tableau 30 de (MELCCFP, 2019) : choix de la catégorie de déchets « Déchets solides municipaux »

^dFacteurs d'émission obtenus directement auprès de la municipalité

^eFacteurs d'émission calculés par la firme ADDERE à partir de la méthode de (MELCCFP, 2019) avec les données fournies par la Ville.

ANNEXE B : MÉTHODES DE CALCUL

B.1 MÉTHODE DE BASE DE CALCUL DES ÉMISSIONS

Typiquement, une activité donnée produit plusieurs GES. Les émissions d'un GES particulier s'obtiennent en multipliant la donnée d'activité par le facteur d'émission pour ce GES. Ces émissions sont converties en CO₂ équivalent à l'aide du potentiel de réchauffement planétaire correspondant (voir Tableau 2). Les émissions totales s'obtiennent en sommant les émissions de chaque GES, exprimées en CO₂ équivalent. Mathématiquement :

$$E = \sum_i FE_i \cdot DA \cdot PRP_i$$

avec :

- E : Émissions totales, en masse de CO₂ équivalent;
- FE_i : Le facteur d'émission du GES *i*;
- DA : La donnée d'activité;
- PRP_i : Le potentiel de réchauffement associé au GES *i*.

B.2 FUITES DE RÉFRIGÉRANTS

Les fuites de gaz réfrigérants sont calculées suivant l'équation 9 du guide de quantification des émissions de GES du MELCCFP (2019) :

$$E_{GES,ref} = \frac{[(Q_n \cdot k) + (C \cdot X \cdot A) + (Q_n \cdot Y \cdot (1 - Z))]}{100} \cdot PRP_i \cdot 0.001,$$

avec :

- E_{GES,ref} : Émissions de GES attribuables à l'utilisation d'équipements de réfrigération, en tonnes d'équivalent CO₂ par année;
- Q_n : Quantité de fluide frigorigène ajouté aux nouveaux équipements, en kilogrammes;
- k : Émission initiale (%);
- C : Capacité totale de l'équipement, en kilogrammes;
- X : Émissions annuelles de fonctionnement (%);
- A : Nombre d'années d'utilisation;
- Y : Charge initiale restante (%);
- Z : Efficacité de récupération (%);
- PRP_i : Potentiel de réchauffement planétaire du fluide réfrigérant *i*.

Les paramètres utilisés sont présentés au Tableau 15.

TABLEAU 14 : PARAMÈTRES UTILISÉS POUR LE CALCUL DES ÉMISSIONS DE GES DUES AUX FUITES DE GAZ RÉFRIGÉRANTS

PARAMÈTRE	VALEUR	JUSTIFICATION
Q _n , K, Y, Z	0	Conformément aux directives du MELCCFP, ces variables sont omises, puisqu'aucun nouvel équipement n'a été installé durant l'année de déclaration
C	Variable, selon l'appareil	- Liste et spécifications des appareils en fonction, obtenue par les responsables des bâtiments - Estimé à 0,8 pour tous les véhicules : voir (GIEC, 2019)^a

x	Variable, selon le type d'appareil	Valeurs moyennes provenant de (GIEC, 2019) ^a
A	1	Calcul effectué pour une année de déclaration

^aTableau 7.9 du document cité

B.3 MÉTHODE DE CALCUL BASÉE SUR LES DÉPENSES

La méthode de calcul des émissions basée sur les dépenses est la méthode la plus simple identifiée par le GHGP pour calculer les émissions associées à l'achat de biens ou de services par un organisme, mais également la plus imprécise (GHGP, 2011).

Cette méthode consiste à utiliser les dépenses d'un organisme comme données d'activité. Deux manipulations doivent être effectuées pour obtenir le bon résultat. D'une part, tout facteur d'émission exprimé dans une devise étrangère doit être exprimé en dollars canadiens, puisque les dépenses de l'INRS sont comptabilisées en dollars canadiens. Cette conversion est effectuée à l'aide du taux de change émis par la banque du Canada, exprimant la valeur d'une unité d'une devise donnée en dollars canadiens (BOC, 2025). Le taux de change émis à la même année que le facteur d'émission utilisé doit être choisi. D'autre part, les dépenses doivent être ajustées pour tenir compte de l'inflation et de l'année d'émission du facteur d'émission utilisé. Les dépenses de l'année de déclaration peuvent être rapportées à l'année de publication du facteur d'émission utilisé à l'aide de l'indice des prix à la consommation (IPC) émis par Statistique Canada (StatCan, 2025), une mesure de l'inflation. L'IPC est disponible pour plusieurs catégories de biens. La valeur de la catégorie « Ensemble excluant les aliments et l'énergie » pour la province de Québec, ce qui représente bien les dépenses de l'INRS pour des biens et des services, est choisie. Mathématiquement, les données d'activité et facteurs d'émission manipulés s'écrivent :

$$DA^* = D_{xy} \cdot \frac{IPC_A}{IPC_x}, \quad FE^* = \frac{FE_A^D}{T_A^D}, \quad (M3)$$

avec :

DA^* : Donnée d'activité manipulée;

D_{xy} : Les dépenses totales de l'année financière x - y (x et y sont deux années civiles consécutives, en l'occurrence 2024 et 2025);

IPC_i : Le CPI annuel de l'année i , pour la catégorie « Ensemble excluant les aliments et l'énergie » et pour la province de Québec. L'année A correspond à l'année de publication du facteur d'émission utilisé, et l'année x à la première année civile de l'année de déclaration de l'inventaire (en l'occurrence, 2024)⁴;

FE^* : Facteur d'émission manipulé;

FE_A^D : Facteur d'émission utilisé, publié à l'année A dans la devise D ;

T_A^D : Le taux de change émis par la Banque du Canada pour l'année A et la devise D .

Par la suite, la méthode de la section B.1 est utilisée, avec les données d'activité et facteurs d'émission manipulés, pour calculer les émissions totales associées aux dépenses. Les facteurs d'émission s'appliquent aux prix d'achat, incluant les taxes, les marges du détaillant et les coûts de distribution. Plus de détails sont donnés au Tableau 12.

B.4 ENFOUISSEMENT DE MATIÈRES RÉSIDUELLES

L'enfouissement des matières résiduelles génère du CH_4 ainsi que du CO_2 (biogénique et non biogénique). Aucune méthode n'a été identifiée pour calculer les émissions de N_2O , qui sont considérées négligeables pour l'enfouissement de matières résiduelles.

⁴ Seul l'IPC de cette première année est utilisé, pour simplifier les calculs. Cela revient à approximer qu'utiliser un taux de change différent pour les dépenses effectuées dans les premiers mois de l'année civile suivante aurait peu de répercussions sur le résultat final.

Les émissions de CH₄ sont calculées à partir de la méthode *Methane Commitment*, soit les équations 8.1, 8.3 et 8.4 de GHGP, 2014. Cette méthode permet de calculer l'ensemble des émissions de méthane qui seront générées dans le futur par les matières résiduelles produites durant l'année de déclaration. La méthode est présentée ci-bas, et les paramètres utilisés sont donnés au Tableau 16.

$$E_{CH_4} = MSW_x \cdot L_0 \cdot (1 - f_{rec}) \cdot (1 - OX), \quad (B4.1)$$

avec :

- E_{CH_4} : Émissions totales de CH₄ attribuables à l'enfouissement des matières résiduelles, en tonnes métriques;
- MSW_x : Masse de matières résiduelles enfouies durant l'année de déclaration, en tonnes métriques;
- L_0 : Potentiel de génération de méthane, calculé avec l'équation (B4.2);
- f_{rec} : Fraction de méthane récupérée au site d'enfouissement;
- OX : Facteur d'oxydation.

$$L_0 = MCF \cdot DOC \cdot DOC_F \cdot F \cdot \frac{16}{12}, \quad (B4.2)$$

avec :

- L_0 : Potentiel de génération de méthane;
- MCF : Facteur de correction de méthane, basé sur le type de site d'enfouissement;
- DOC : Fraction de carbone organique dégradable, à l'année initiale d'enfouissement, calculé avec (B4.3);
- DOC_F : Fraction de DOC qui est ultimement dégradée;
- F : Fraction de méthane dans les gaz générés par le site d'enfouissement;
- $16/12$: Ratio stœchiométrique entre le méthane et le carbone.

$$DOC = (0,15 \cdot A) + (0,2 \cdot B) + (0,4 \cdot C) + (0,43 \cdot D) + (0,24 \cdot E) + (0,15 \cdot F), \quad (B4.3)$$

avec :

- DOC : Fraction de carbone organique dégradable, à l'année initiale d'enfouissement;
- A : Fraction des matières résiduelles correspondant à de la nourriture;
- B : Fraction des matières résiduelles correspondant à des résidus de jardin et autres déchets végétaux;
- C : Fraction des matières résiduelles correspondant à du papier;
- D : Fraction des matières résiduelles correspondant à du bois;
- E : Fraction des matières résiduelles correspondant à des textiles;
- F : Fraction des matières résiduelles correspondant à des déchets industriels.

TABLEAU 15 : PARAMÈTRES UTILISÉS POUR LE CALCUL DES ÉMISSIONS DE CH₄ DUES À L'ENFOUISSEMENT DES MATIÈRES RÉSIDUELLES

PARAMÈTRE	VALEUR	JUSTIFICATION
MSW_x	Variable	Masse annuelle estimée à partir des profils de caractérisation des matières résiduelles produites dans les différents sites de l'INRS ^a
f_{rec}	0,75	Valeur déterminée à partir de l'information contenue dans (RECYC-QUÉBEC, 2025)
OX	0,1	Valeur recommandée par le GHGP pour des sites d'enfouissement bien entretenus (GHGP, 2014)
MCF	1	Valeur recommandée par le GHGP pour des sites d'enfouissement bien entretenus (GHGP, 2014)
DOC_F	0,6	Le GHGP recommande cette valeur par défaut (GHGP, 2014)

F	0,5	Le GHGP recommande cette valeur par défaut (GHGP, 2014)
A, B, C, D, E, F	Variable	Selon les proportions des catégories pertinentes de déchet identifiées dans le profil de caractérisation ^b

^aLa caractérisation fournit une masse moyenne de matières résiduelles générées, pour la voie de collecte des ordures, par jour. La masse annuelle de matières résiduelles envoyées aux ordures est estimée en multipliant ce nombre par 228 jours, soit le nombre estimé de jours où la fréquentation de l'INRS est normale (les jours de semaine, excluant les jours fériés et trois semaines de vacances par année)

^bLa caractérisation a permis de séparer les matières résiduelles en 21 catégories de déchets, pour chaque voie de collecte. Trois de ces catégories permettent de calculer A (résidus alimentaires compostables domestiquement, résidus alimentaires compostables industriellement, liquides) et quatre permettent de calculer C (Papier, carton, contenants multicouches, matières brunes ou non biométhanisables). Les autres catégories de matières résiduelles ne correspondent pas aux variables B, D, E, F

Tel que présenté au Tableau 16, le gaz émis par un site d'enfouissement est estimé être à 50% constitué de méthane ($F = 0,5$), en volume. Comme mentionné précédemment, l'autre gaz émis est le CO_2 (biogénique), qui forme donc également 50% du gaz total émis en volume. Sachant que le volume molaire est identique pour tous les gaz, et connaissant les masses molaires du CH_4 et du CO_2 , la masse de CO_2 générée par l'enfouissement des matières résiduelles de l'année de déclaration peut être calculée grâce à :

$$E_{\text{CO}_2, \text{bio}} = 2,74 \cdot m_{\text{CH}_4 \text{ émis}},$$

avec :

$E_{\text{CO}_2, \text{bio}}$: Émissions totales de CO_2 biogéniques attribuables à l'enfouissement des matières résiduelles, en tonnes métriques;

$m_{\text{CH}_4 \text{ émis}}$: Émissions totales de CH_4 attribuables à l'enfouissement des matières résiduelles (avant captation), en tonnes métriques.

Les émissions non biogéniques de CO_2 surviennent lorsque le méthane récupéré est brûlé. Un calcul stœchiométrique impliquant l'équation chimique de combustion du méthane permet de calculer les émissions de CO_2 non biogénique, soit :

$$E_{\text{CO}_2, \text{non bio}} = 2,74 \cdot m_{\text{CH}_4 \text{ capté}},$$

avec :

$E_{\text{CO}_2, \text{non bio}}$: Émissions totales de CO_2 non biogéniques attribuables à l'enfouissement des matières résiduelles, en tonnes métriques;

$m_{\text{CH}_4 \text{ capté}}$: Émissions de CH_4 attribuables à l'enfouissement des matières résiduelles captées, en tonnes métriques.

B.5 DÉPLACEMENTS PENDULAIRES

Les émissions dues aux déplacements pendulaires des étudiants et des employés de l'INRS sont calculées à partir des résultats d'un sondage mené par l'Autorité régionale de transport métropolitain (ARTM) chaque automne. La source des données diffère donc de la source utilisée pour le rapport précédent (2022-2023) qui utilisait les données du sondage de mobilité réalisé dans le cadre du Plan de gestion de déplacement par le Centre de gestion des déplacements (CGD).

Pour chaque mode de transport (auto solo, covoiturage, métro, bus, moto et train) utilisé par le répondant, les émissions sont calculées grâce à :

$$E = (2 \cdot DA \cdot 47 \cdot \text{FREQ}) \cdot D \cdot F \quad (\text{B6.1})$$

avec :

E : Émissions annuelles de CO_2 équivalent attribuables aux déplacements pendulaires de tous les répondants, pour un mode de transport donné;

DA : La distance aller entre le domicile du répondant et le site INRS où il travaille. Les distances dites « réseaux » sont calculées par l'ARTM selon un API prenant en compte les routes, les trajets de transport collectif et les pistes cyclables, en fonction du code postal du répondant et le lieu d'emploi/études. Cette distance est multipliée par 2 pour représenter un aller retour ;

FREQ : Le nombre de journées en présence à l'université dans une semaine typique d'automne. Ce nombre de jours de fréquentation hebdomadaire est multiplié par 47 pour représenter une année typique (52 semaines dans une année moins 5 semaines de vacances);

F : Le facteur d'émission du mode de transport d'intérêt. Voir le Tableau 11.

L'équation (B6.1) est appliquée à chaque mode de transport utilisé par le répondant. Si le répondant a indiqué utiliser deux moyens de transport ou plus pour le même trajet, le kilométrage du trajet est réparti équitablement en autant de moyens de transport et distribué selon les modes de transport utilisés.

Ces valeurs sont sommées, donnant ainsi une quantité moyenne de GES émise par année pour tous les répondants, tous modes de transport confondus.

Chaque répondant est classé parmi deux catégories : membres du personnel ou personnes étudiantes. Une moyenne des émissions de GES par année par répondant est effectuée pour chaque catégorie; les émissions totales de la communauté de l'INRS sont approximées en multipliant cette moyenne par le nombre total d'individus appartenant à chaque catégorie pour l'année en cours.

B.6 Puits de carbone

L'entièreté des calculs de la quantité de carbone séquestré par les arbres du campus de Laval a été réalisée par la firme Habitat (2023). Deux catégories d'arbres sont considérées :

- Les arbres individuels : Il s'agit des arbres sur le campus qui ont été recensés individuellement dans l'inventaire d'arbres réalisé par CANOPÉE en 2021, sur la portion sud du campus;
- Les arbres en peuplements : Il s'agit des arbres formant les peuplements forestiers (milieux boisés au nord du campus) sur les lots de l'INRS. Ces arbres n'ont pas été inventoriés par l'INRS et les données utilisées proviennent donc de l'Inventaire écoforestier du Québec méridional (IEQM), permettant de connaître les essences principales des peuplements ainsi que leur densité et âge approximatifs.

Pour être admissibles au calcul de séquestration de carbone, les observations d'arbres recensées dans l'inventaire (arbres individuels) devaient répondre à toutes les conditions suivantes :

- Le DHP est indiqué et supérieur à zéro.
- L'espèce de l'arbre est indiquée.
- L'arbre n'est pas mort (c.-à-d. que la cote de vitalité est différente de 4).
- Il ne s'agit pas d'une souche.
- Il s'agit d'une observation unique (les doublons ont été retirés).

Au total, 896 des 1 006 arbres présents dans l'inventaire original remplissaient ces cinq conditions et leur séquestration annuelle de carbone a donc pu être évaluée. Parmi ces arbres, 879 étaient géolocalisés.

La séquestration de carbone des arbres individuels a été évaluée à l'aide de iTree ECO et la séquestration de carbone des peuplements à l'aide du Modèle du bilan du carbone du secteur forestier canadien (MBC-SFC3). Le Tableau 17 présente les résultats, segmentés par lot.

TABLEAU 16 : SÉQUESTRATION DE CARBONE SUR LE CAMPUS DE LAVAL

NUMÉRO DE LOT	SUPERFICIE DU LOT (HA)	CARBONE SEQUESTRE ANNUELLEMENT (t CO ₂ / an)			
		BIOMASSE DES ARBRES INDIVIDUELS	BIOMASSE DES ARBRES EN PEUPLEMENTS	MATIÈRE ORGANIQUE MORTE DES PEUPLEMENTS	TOTAL
1 165 684	0,58	-	0,44	0,31	0,75
1 166 185	1,72	0,58	-	-	0,58

1 166 281	0,36	0,22	-	-	0,22
1 166 442	0,83	-	-	-	-
1 168 842	0,28	-	0,48	0,09	0,57
2 730 946	1,36	0,1	-	-	0,1
2 730 947	12,96	5,71	-	-	5,71
2 878 640	0,23	-	0,29	0,2	0,49
4 663 035	0,34	-	0,55	0,15	0,7
4 663 036	1,32	-	1,92	0,85	2,76
6 458 040	1,92	-	0,27	0,18	0,45
6 458 041	1,37	-	2,33	0,45	2,78
6 458 042	6,08	-	8,35	4,32	12,67
6 498 971	0,07	-	0,09	0,05	0,14
Arbres non géolocalisés	-	0,083	-	-	0,083
Arbres géolocalisés hors lots	-	0,107	-	-	0,107
Total	29,42	6,8	14,72	6,6	28,11

B.7 TRAITEMENT DES INCERTITUDES

Les incertitudes sont évaluées qualitativement selon la fiabilité estimée des facteurs d'émission et des données d'activité utilisées en suivant l'échelle arbitraire simple donnée au Tableau 18, inspirée de celle trouvée dans GHGP (2005) et adaptée pour l'INRS par ADDERE. Le Tableau 19 présente les fiabilités attribuées aux facteurs, paramètres et données d'activité utilisés pour le calcul des émissions de chaque catégorie de déclaration identifiée dans le périmètre de déclaration.

TABLEAU 17 : INCERTITUDE ATTRIBUÉE SELON LA FIABILITÉ ESTIMÉE DES DONNÉES

FIABILITÉ ESTIMÉE	INCERTITUDE RELATIVE ATTRIBUÉE (%)
Élevée	5
Moyenne	15
Faible	30
Très faible	50

TABLEAU 18 : INCERTITUDE CHOISIE POUR LES DONNÉES D'ACTIVITÉ ET FACTEURS D'ÉMISSION UTILISÉS POUR L'ENSEMBLE DES CATÉGORIES DE DÉCLARATION

PORTÉE	CATÉGORIE		INCERTITUDE RELATIVE SUR LES DONNÉES D'ACTIVITÉ (%)	JUSTIFICATION	INCERTITUDE RELATIVE SUR LES FACTEURS D'ÉMISSION ^a (%)	JUSTIFICATION
1	1.1 Combustion fixe	Chauffage des bâtiments	5	Les données proviennent du formulaire ÉnerUNIV ^b et sont vérifiées par un tiers	5	Facteurs d'émission très fiables, émis par le NIR
		Génératrices	30	Selon l'estimation des achats effectués dans l'année – le combustible pourrait ne pas être utilisé dans la même année	5	
		Poêle de Sacré-Cœur	5	Données provenant des factures de remplissage	5	
	1.2 Combustion mobile		50	Information parcellaire en provenance des utilisateurs	5	Facteurs d'émission très fiables, émis par le MELCCFP
	1.3 Fuites de gaz réfrigérants	Climatisation des bâtiments	10	Rapport complet des appareils fourni par le SRM	5	
		Climatisation des véhicules	30	Information parcellaire en provenance des utilisateurs	5	
	1.4 Gaz de laboratoire		10	Selon les achats effectués dans l'année – les gaz pourraient ne pas être utilisés dans la même année	- ^c	-
2	Émissions indirectes liées à la consommation d'électricité		5	Les données proviennent du formulaire ÉnerUNIV et sont vérifiées par un tiers	5	Facteurs d'émission très fiables, émis par le NIR
3	3.1 Achat de biens et services	3.1.1 Équipement et fournitures de bureau	30	Les dépenses ne sont pas toujours bien classées dans la charte comptable. La résolution de la	50	Les facteurs d'émission ne sont pas propres aux produits achetés, mais uniquement aux secteurs de
		3.1.2 Équipement scientifique				

TABLEAU 18 : INCERTITUDE CHOISIE POUR LES DONNÉES D'ACTIVITÉ ET FACTEURS D'ÉMISSION UTILISÉS POUR L'ENSEMBLE DES CATÉGORIES DE DÉCLARATION

PORTÉE	CATÉGORIE		INCERTITUDE RELATIVE SUR LES DONNÉES D'ACTIVITÉ (%)	JUSTIFICATION	INCERTITUDE RELATIVE SUR LES FACTEURS D'ÉMISSION ^a (%)	JUSTIFICATION
		3.1.3 Autre équipement		charte comptable est plutôt faible		l'économie québécoise
		3.1.4 Fournitures scientifiques				
		3.1.5 Frais de formation, de séjour et de réception				
		3.1.6 Honoraires et services professionnels				
		3.1.7 Numérique et télécommunications				
		3.1.8 Entretien et réparation				
		3.1.9 Construction et rénovations				
		3.1.10 Animaux				
		3.1.11 Autres				
	3.2 Biens d'équipement	3.2.1 Équipement de bureau	30	Les dépenses ne sont pas toujours bien classées dans la charte comptable. La résolution de la charte comptable est plutôt faible	50	Les facteurs d'émission ne sont pas propres aux produits achetés, mais uniquement aux secteurs de l'économie québécoise
		3.2.2 Équipement scientifique				
		3.2.3 Autre équipement				
		3.2.4 Honoraires et services professionnels				
		3.2.5 Numérique				
		3.2.6 Construction et rénovations				
		3.2.7 Achat de bâtiments				
	3.3 Autres émissions liées au carburant ou à l'énergie		5	Les données proviennent du formulaire ÉnerUNIV et sont vérifiées par un tiers	5	Le facteur d'émission est obtenu auprès du fournisseur (Hydro-Québec)

TABLEAU 18 : INCERTITUDE CHOISIE POUR LES DONNÉES D'ACTIVITÉ ET FACTEURS D'ÉMISSION UTILISÉS POUR L'ENSEMBLE DES CATÉGORIES DE DÉCLARATION

PORTÉE	CATÉGORIE		INCERTITUDE RELATIVE SUR LES DONNÉES D'ACTIVITÉ (%)	JUSTIFICATION	INCERTITUDE RELATIVE SUR LES FACTEURS D'ÉMISSION ^a (%)	JUSTIFICATION
	3.4 Transport et distribution en amont (services de messagerie utilisés)		30	Les dépenses ne sont pas toujours bien classées dans la charte comptable. La résolution de la charte comptable est plutôt faible	50	Les facteurs d'émission ne sont pas propres aux produits achetés, mais uniquement aux secteurs de l'économie québécoise
	3.5 Déchets et eaux usées générés par les activités	Élimination des matières résiduelles	15	Les données sont extrapolées à partir de caractérisations des profils de matières résiduelles des différents sites, mais qui ont été effectuées sur un ou quelques jours seulement et en 2023	15	Les paramètres des équations utilisées sont généralement laissés à leur valeur par défaut, sans prendre en considération les caractéristiques réelles des sites de traitement utilisés
		Transport des matières résiduelles	30	Le parcours exact effectué pour le transport des matières résiduelles est inconnu	5	Facteurs d'émission très fiables, émis par le NIR
		Eaux usées	5	Donnée basée sur la consommation d'eau des bâtiments, connue avec précision	15	Facteurs d'émission variables selon la Ville, méthodes différentes utilisées
	3.6 Déplacements professionnels		15	Les données sont extrapolées à partir d'un petit échantillon des déplacements effectués par la communauté de l'INRS sur une base volontaire, sans possibilité de savoir s'il est représentatif	5	Les facteurs d'émission utilisés sont de source inconnue
	3.7 Déplacements pendulaires des employé.es pour aller au travail		30	Les données sont extrapolées à partir des	5	Facteurs d'émissions utilisés par le

TABLEAU 18 : INCERTITUDE CHOISIE POUR LES DONNÉES D'ACTIVITÉ ET FACTEURS D'ÉMISSION UTILISÉS POUR L'ENSEMBLE DES CATÉGORIES DE DÉCLARATION

PORTÉE	CATÉGORIE		INCERTITUDE RELATIVE SUR LES DONNÉES D'ACTIVITÉ (%)	JUSTIFICATION	INCERTITUDE RELATIVE SUR LES FACTEURS D'ÉMISSION ^a (%)	JUSTIFICATION
				habitudes d'un échantillon de la communauté de l'INRS		CGD, provenant de sources fiables (CAA, Protégez-Vous, ARTM)
	3.8 Actifs loués en amont		5	Les données proviennent du formulaire ÉnerUNIV et sont vérifiées par un tiers	5	Facteurs d'émission très fiables, émis par le NIR
	3.9 Déplacements des étudiant.es	Déplacements pendulaires	30	Les données sont extrapolées à partir des habitudes d'un échantillon de la communauté de l'INRS	5	Facteurs d'émissions utilisés par le CGD, provenant de sources fiables (CAA, Protégez-Vous, ARTM)
		Mobilité étudiante et nouveaux étudiant.es internationaux	30	Les villes de départ et/ou d'arrivée des vols ne sont pas nécessairement connues	5	Facteurs d'émission jugés très fiables, puisque produits par l'EPA en 2023
	3.13 Actifs loués en aval		5	Les données proviennent des compteurs des bâtiments	5	Facteur d'émission très fiable, émis par le NIR
Séquestration de carbone			- ^d			

^aPour les catégories dont la méthode de calcul des émissions diverge de la simple multiplication d'une donnée d'activité par un facteur d'émission (soit la méthode B.1), cette colonne doit être interprétée comme une estimation de l'incertitude des paramètres de l'équation utilisée

^bRelevé énergétique remis au ministère de l'Enseignement supérieur, faisant l'objet d'une vérification indépendante

^cLes données d'activité correspondent directement à la masse de GES émise, de sorte qu'il n'y a pas de facteur d'émission pour cette catégorie de déclaration

^dL'incertitude sur le carbone séquestré annuellement n'a pas été quantifié par la firme Habitat

La propagation des incertitudes est effectuée suivant la méthode de GIEC (2001). L'équation (B7.1) ci-dessous présente la méthode de propagation des incertitudes utilisées lors de la multiplication de deux données incertaines. :

$$U_{\text{total}} = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot x_1)^2 + (U_2 \cdot x_2)^2 + \dots + (U_n \cdot x_n)^2}}{x_1 + x_2 + x_3} \quad (\text{B7.1})$$

avec :

U_{total} : Incertitude relative (%) sur la somme des quantités incertaines;

x_i : Quantité incertaine impliquée dans la somme;

U_i : Incertitude relative (%) sur la quantité x_i .

L'équation (B7.2) présente la méthode de propagation des incertitudes utilisées lors de l'addition d'émissions incertaines provenant de différentes sources.

$$U_{\text{total}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2} \quad (\text{B7.2})$$

avec :

U_{total} : Incertitude relative (%) du produit de quantités incertaines;

x_i : Quantité incertaine impliquée dans le produit;

U_i : Incertitude relative (%) sur la quantité x_i .

L'équation (B7.1) est utilisée une fois pour chaque catégorie de déclaration, en fonction des incertitudes relatives présentées au Tableau 19. Les incertitudes ainsi calculées sont appliquées à l'ensemble des émissions déclarées (uniquement en CO₂ eq.) pour chaque catégorie de déclaration et sont données dans le corps du texte, au Tableau 5. L'équation (B7.2) est utilisée pour donner l'incertitude sur les sommes partielles et la somme totale présentées au Tableau 5.