

Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de l'Université du
Québec à Trois-Rivières

2018-2019

Présenté à :

Université du Québec à Trois-Rivières

Septembre 2021

UQTR



Université du Québec
à Trois-Rivières

Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de l'Université du Québec à Trois-Rivières

2018-2019

Cet inventaire des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) a été réalisé pour l'année scolaire 2018-2019, soit du 1 septembre 2018 au 31 août 2019. Il a été préparé conformément à la norme ISO 14064-1:2018.

Les émissions de GES de la période s'élèvent à 14 856 tonnes de CO₂ équivalents. Les principales émissions sont reliées aux déplacements de la communauté universitaire et à la consommation énergétique des bâtiments.

Équipe de réalisation

Valérie Larose, conseillère en développement durable et en ressources humaines
Université du Québec à Trois-Rivières

Dominic Gendron, conseiller en stratégie climatique et écoresponsabilité
ADDERE Service-conseil

Isabelle Audet, conseillère sénior en stratégie climatique et écoresponsabilité
ADDERE Service-conseil



Université du Québec
à Trois-Rivières

SOMMAIRE

Cet inventaire des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) a été réalisé pour l'année scolaire 2018-2019, soit du 1 septembre 2018 au 31 août 2019. Il a été préparé conformément à la norme ISO 14064-1:2018 et l'approche qui a été employée pour la consolidation des émissions est celle du contrôle opérationnel. Les sources d'émissions considérées sont les suivantes :

Catégorie 1 - Émissions directes de GES

- Combustion fixe de combustibles fossiles
- Émissions fugitives de GES provenant de la climatisation des bâtiments
- Combustion de combustibles fossiles dans les équipements mobiles
- Émissions de procédés

Catégorie 2 - Émissions indirectes de GES dues à l'énergie importée

- Consommation d'électricité

Catégorie 3 - Émissions indirectes de GES dues au transport

- Combustion combustibles fossiles dans les équipements mobiles pour les déplacements des employés dans le cadre de leur travail
- Combustion de combustibles fossiles dans les équipements mobiles pour les déplacements domicile-université pour les étudiants et les employés

Catégorie 4 - Émissions indirectes de GES dues aux produits utilisés

- Production de papier
- Traitement de l'eau potable
- Traitement et dégradation des matières résiduelles
- Traitement des eaux usées

Le total des émissions répertoriées pour l'année 2018-2019 est de 14 856 tonnes équivalentes de CO₂ (tCO₂éq). Elles sont réparties selon les catégories d'émissions de la façon suivante :

| Catégorie d'émission | Quantité (tCO ₂ éq) |
|--|--------------------------------|
| Catégorie 1 - Émissions directes de GES | 999 |
| Catégorie 2 - Émissions indirectes de GES dues à l'énergie importée | 46 |
| Catégorie 3 - Émissions indirectes de GES dues au transport | 13 648 |
| Catégorie 4 - Émissions indirectes de GES dues aux produits utilisés | 164 |
| Grand total des émissions pour l'année 2018-2019 | 14 856 |

Les émissions indirectes associées au transport (catégorie 3) représentent la majorité des émissions GES de l'UQTR (92%) et elles sont particulièrement dues aux déplacements des étudiants et des employés pour se rendre et revenir de l'université (87% du bilan global). Les émissions de catégorie 1 contribuent, pour leur part, à 6,7% du total avec 999 tCO₂éq émis directement par l'institution, dont 919 tCO₂éq provenant de la combustion fixe de gaz naturel. Les catégories d'émissions 2 et 4 sont responsables respectivement de 0,3% et de 1,4% des émissions GES totales générées dans l'année. Sur le total des 17 sources émissions quantifiées, neuf sont considérées significatives, puisqu'elles contribuent à plus de 0,1% des émissions totales. Le graphique ci-dessous illustre la distribution des émissions de GES de l'UQTR par source d'émission.



DISTRIBUTION DES ÉMISSIONS DE GES PAR SOURCE D'ÉMISSION

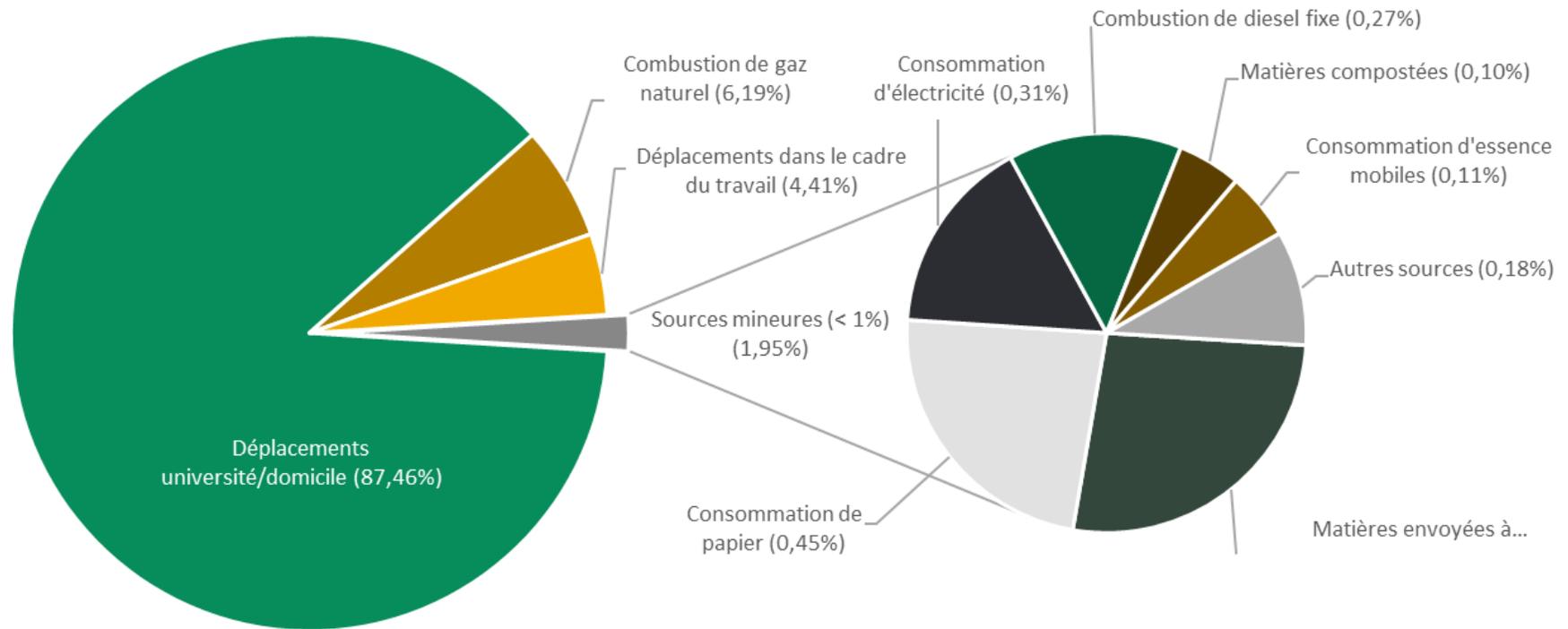


Table des matières

| | |
|--|----|
| INTRODUCTION..... | 1 |
| 1. PRÉSENTATION DE L'ORGANISATION ET DE L'ÉQUIPE DE RÉALISATION..... | 1 |
| 1.1 Présentation de l'organisation | 1 |
| 1.2 Présentation de l'organisme responsable de l'inventaire – ADDERE Service-conseil | 1 |
| 2. PÉRIODE COUVRANT L'INVENTAIRE ET ANNÉE DE RÉFÉRENCE | 2 |
| 3. PÉRIMÈTRE ORGANISATIONNEL | 2 |
| 4. PÉRIMÈTRE DE DÉCLARATION | 2 |
| 4.1 Sources d'émissions de GES incluses à l'inventaire | 3 |
| 4.2 Sources d'émissions de GES exclues de l'inventaire | 4 |
| 5. COLLECTE DE DONNÉES | 5 |
| 5.1 Émissions directes (catégorie 1) | 5 |
| 5.1.1 Bâtiment – combustion fixe et émissions fugitives | 5 |
| 5.1.2 Équipements motorisés – combustion mobile et émissions fugitives | 6 |
| 5.1.3 Émissions GES de procédés | 7 |
| 5.2 Émissions indirectes dues à l'énergie importée (catégorie 2) | 7 |
| 5.3 Émissions indirectes dues au transport (catégorie 3) | 8 |
| 5.4 Émissions indirectes dues aux produits utilisés (catégorie 4)..... | 9 |
| 6. CALCULS DES ÉMISSIONS GES | 10 |
| 6.1 Potentiels de réchauffement planétaire | 10 |
| 6.2 Facteurs d'émission | 10 |
| 6.3 Méthodes de calcul..... | 11 |
| 7. RÉSULTATS | 12 |
| 8. ÉVALUATION DES INCERTITUDES..... | 17 |
| 9. Vérification..... | 19 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 20 |
| ANNEXE 1 – INFORMATIONS ET CALCULS EN LIEN AVEC LES DONNÉES COLLECTÉES..... | 21 |
| ANNEXE 2 – CALCULS DÉTAILLÉS DES ÉMISSIONS DE GES | 27 |



INTRODUCTION

Un inventaire des émissions de gaz à effet de serre (GES), ou un inventaire carbone, consiste pour un organisme à lister et à quantifier l'ensemble de ses émissions de GES au cours d'une période donnée, habituellement pour une année. L'inventaire représente un puissant outil pour évaluer l'impact carbone des activités d'une organisation et de cerner ses sources d'émissions les plus importantes. Il devient aussi une étape préalable et essentielle pour l'élaboration et la mise en place d'un plan de réduction GES efficace de l'empreinte carbone d'une organisation. Lorsque mise à jour périodiquement, il permet également de suivre l'évolution des émissions GES et l'impact des efforts de réduction sur celles-ci. La réalisation de ce premier inventaire pour l'Université du Québec à Trois-Rivières représente un premier pas important vers la carboneutralité qui s'inscrit parfaitement dans la stratégie de développement durable de l'organisation.

1. PRÉSENTATION DE L'ORGANISATION ET DE L'ÉQUIPE DE RÉALISATION

Cette section présente brièvement les participants qui ont permis la réalisation de cet inventaire, qui a été effectué selon la norme ISO 14064-1 :2018. Cette norme donne les lignes directrices pour une quantification des émissions de GES standardisée.

1.1 Présentation de l'organisation

L'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) fait partie des membres du réseau de l'Université du Québec. Elle accueille chaque année près de 14 500 étudiants et emploie aujourd'hui environ 1 400 personnes. Elle détient au-delà d'une quinzaine d'édifices situées au campus principal de Trois-Rivières et un pavillon au campus de Drummondville. Désireuse de continuellement améliorer son impact social et environnemental, l'UQTR a réalisé son tout premier inventaire des gaz à effet de serre (GES) de ses activités afin de cibler ses opportunités de réduction.

1.2 Présentation de l'organisme responsable de l'inventaire – ADDERE Service-conseil

ADDERE Service-conseil est une entreprise collective spécialisée en stratégies d'impact dont la mission est de promouvoir et de propulser l'écoresponsabilité aux pratiques d'affaires de tous types d'organisations. Impliquée dans la communauté depuis plus de 10 ans, l'organisme est situé à East Angus, dans la MRC du Haut-Saint-François. Tous les membres de son équipe jeune et dynamique possèdent un diplôme du Centre universitaire de formation en environnement de l'Université de Sherbrooke (baccalauréat ou maîtrise). L'équipe de travail spécifique à la réalisation de cet inventaire possède plus de 10 ans d'expérience dans la quantification, la gestion et la vérification des GES.



2. PÉRIODE COUVRANT L'INVENTAIRE ET ANNÉE DE RÉFÉRENCE

Cet inventaire GES couvre la période du 1^{er} septembre 2018 au 31 août 2019. Cette année scolaire est la plus récente et représentative dont un maximum de données étaient disponibles pour la quantification. Étant le premier inventaire effectué pour cette institution, cet inventaire GES correspondra à l'année de référence pour les inventaires subséquents.

3. PÉRIMÈTRE ORGANISATIONNEL

Le périmètre organisationnel a été déterminé selon une approche de contrôle opérationnel, où l'organisation consolide 100 % des émissions issues des activités et des installations pour lesquelles elle exerce un contrôle opérationnel.

L'université possède deux campus, celui de Trois-Rivières et celui de Drummondville. Le campus principal de Trois-Rivières regroupe une quinzaine de bâtiments, dont le Centre intégré en pâtes et papiers (CIPP) et le Centre de l'activité physique et sportive (CAPS). Un seul bâtiment appartenant à l'UQTR se trouve sur le campus de Drummondville (le Complexe sportif Drummondville et l'Aqua complexe, situés sur le même terrain, n'appartenant pas à celle-ci). L'université possède aussi une flotte de 14 véhicules motorisés qui se trouvent sous son contrôle opérationnel.

4. PÉRIMÈTRE DE DÉCLARATION

Le périmètre de déclaration définit les sources d'émissions qui sont incluses ou exclues de l'inventaire en considérant le périmètre organisationnel choisi. Les sources de GES retenues pour cet inventaire comprennent les sources d'émissions directes (catégorie 1) et les sources d'émissions indirectes associées à l'importation d'énergie (catégorie 2). Plusieurs autres émissions indirectes significatives et pertinentes ont également été incluses dans l'inventaire. Certaines autres émissions indirectes ont toutefois été considérées comme non-significatives et ne sont donc pas comptabilisées dans l'inventaire.

Le processus de sélection commence par la création d'une première liste exhaustive de sources d'émissions potentiels reliées aux activités de l'organisation. Les sources non-pertinentes ou considérées comme non-significatives sont d'abord éliminées dans un premier tri. Les sources potentielles restantes sont ensuite analysées selon les critères de significativités suivants :

- Importance : les émissions sont substantielles quantitativement.
- Niveau d'influence : l'organisme a un pouvoir direct ou indirect de réduction des émissions de cette source.
- Accès à l'information : l'information disponible permet d'évaluer les émissions avec suffisamment de précision.



Rapport d'inventaire GES - 2018-2019 – Université du Québec à Trois-Rivières

Les sections suivantes décrivent et justifient les sources d'émissions qui ont été incluses et exclues de l'inventaire de l'UQTR pour l'année scolaire 2018-2019.

4.1 Sources d'émissions de GES incluses à l'inventaire

Le tableau 4.1 décrit les différentes sources de GES incluses à l'inventaire.

Tableau 4.1 Sources d'émissions de GES incluses dans l'inventaire pour l'année 2018-2019

| Source d'émission de GES incluse | Explications |
|--|--|
| Catégorie 1 - Émissions directes de GES | |
| Combustion fixe de combustibles fossiles | Des GES sont émis par la combustion de gaz naturel utilisé pour le chauffage des bâtiments. La consommation de ce gaz est effectuée par trois entités : le CIPP, le reste du campus principal et le campus de Drummondville. Cette catégorie inclut également des émissions provenant de la combustion de diesel dans les génératrices de secours. |
| Émissions fugitives de GES provenant des systèmes de climatisation des bâtiments | Cette source inclut les fuites occasionnelles de réfrigérants des systèmes de climatisation des bâtiments. Ces réfrigérants, comme le HFC-410, sont de puissants gaz à effet de serre. |
| Combustion de carburants fossiles dans les équipements motorisés | Les émissions de GES associées à cette source proviennent de la combustion de carburant des équipements motorisés appartenant et utilisés par l'UQTR pour ses différentes activités. Son parc possède un total de 14 véhicules : six camionnettes, deux mini fourgonnettes, deux fourgonnettes, un chargeur sur roues et trois berlines, dont une électrique. Mise à part cette dernière, ces véhicules consomment soit de l'essence ou du diesel. |
| Émissions fugitives de GES provenant des systèmes de climatisation des véhicules | Les systèmes de climatisation des véhicules contiennent du HFC 134a, un gaz à effet de serre avec un fort potentiel de réchauffement. Cet inventaire inclut donc les émissions reliées aux fuites de réfrigérants des systèmes de climatisation utilisés dans les 14 véhicules de l'UQTR. |
| Émissions de procédés | Certaines activités de l'université impliquent des procédés qui émettent des GES. Cet inventaire compte les émissions reliées à l'utilisation de CO ₂ gazeux par les laboratoires ainsi que les émissions de CO ₂ issue de la combustion d'acétylène dans les procédés de soudure. La glace sèche utilisée dans les laboratoires est généralement créée à partir du CO ₂ gazeux et elle n'est donc pas comptée en plus. |
| Catégorie 2 - Émissions indirectes de GES dues à l'énergie importée | |
| Consommation d'électricité | L'UQTR consomme de l'électricité qui provient du réseau provincial notamment pour le chauffage, l'éclairage et le fonctionnement de ses bâtiments ainsi que pour ses différentes activités. Cette consommation implique des émissions indirectes, mais qui sont à l'intérieur du périmètre opérationnel. Elle est consommée par trois entités : le CAPS, le reste du campus principal, et le campus de Drummondville. |
| Catégorie 3 - Émissions indirectes de GES dues au transport | |
| Combustion de carburants fossiles pour les déplacements des employés dans le cadre de leur travail | Les émissions de cette source sont associées aux déplacements des employés dans le cadre de leur travail effectués avec des véhicules n'appartenant pas à l'université, souvent les véhicules personnels des employés. Cette source inclut également les déplacements en avion, en transports en commun ou tout autre moyen de transport n'appartenant pas à l'université. Les émissions issues de la combustion de carburant faite par ces véhicules ne font pas partie du périmètre opérationnel et sont considérées comme indirectes (catégorie 3). |



Tableau 4.1 Sources d'émissions de GES incluses dans l'inventaire pour l'année 2018-2019

| Source d'émission de GES incluse | Explications |
|--|---|
| Combustion de carburants fossiles pour les déplacements domicile-université pour les étudiants et les employés | L'inventaire comptabilise les GES issus des déplacements des étudiants et des employés pour se rendre et revenir de l'université. Ces émissions sont générées par la combustion de carburant par les différents moyens de transport utilisés par la communauté universitaire. |
| Catégorie 4 - Émissions indirectes de GES dues aux produits utilisés par un organisme | |
| Production de papier | Les émissions associées à la production du papier utilisés par l'université sont évaluées à partir de facteurs d'émissions considérant l'ensemble du cycle de vie de celui-ci. Ces émissions sont de source indirecte. |
| Traitement de l'eau potable | Le traitement et la distribution d'eau potable utilisée par la communauté universitaire requiert de l'énergie qui engendre l'émissions de GES. Puisque ces émissions ont lieu à l'extérieur du périmètre opérationnel, elles sont considérées comme indirectes. |
| Traitement et dégradation des matières résiduelles | L'inventaire GES inclut les émissions reliées au traitement ou à la dégradation des matières résiduelles envoyées à l'enfouissement, au recyclage et au compostage. Les sources d'émissions considérées concernent donc la dégradation de la matière au site d'enfouissement et au site de compostage ainsi que le traitement de la matière au centre de tri. Ces émissions sont de source indirecte. |
| Traitements des eaux usées | Le traitement des eaux usées engendre des émissions de GES, notamment en raison des besoins énergétique des installations et de son procédé de dégradation de la matière. Puisque ces émissions ont lieu à l'extérieur du périmètre opérationnel, elles sont considérées comme indirectes. |

4.2 Sources d'émissions de GES exclues de l'inventaire

Le tableau 4.2 présente les sources d'émissions de GES qui sont exclues de l'inventaire accompagné d'une justification de leur exclusion.

Tableau 4.2 Sources d'émission de GES exclues de l'inventaire 2018-2019

| Source d'émission de GES exclue | Explication |
|---|---|
| Production de produits promotionnels (catégorie 4) | Cette source d'émissions indirectes de catégorie 4 concerne les émissions associées à la production des produits promotionnels utilisés par l'université. Puisque très peu d'information était disponibles, cette source a été exclue. |
| Utilisation des technologies de l'information (catégorie 4) | Cette source d'émissions indirectes de catégorie 4 concerne les émissions associées à l'utilisation des technologies de l'information par l'université. Puisque très peu d'information était disponibles, cette source a été exclue. |
| Consommation d'aliments (catégorie 4) | L'information concernant cette source d'émissions indirectes est manquante et difficile à estimer. De plus, il y a un changement de fournisseur alimentaire pour la prochaine année et donc la comparaison serait difficile avec les années subséquentes. |
| Production de combustible fossile (catégorie 4) | L'UQTR n'a pas de contrôle sur les émissions associées à la production de combustible fossile et elles ne sont donc pas incluses pour cet inventaire. |
| Autres émissions de catégorie 4 non mentionnées. | Aucune autre source de GES de la catégorie 4 n'a été identifiée dans notre analyse. |



| Source d'émission de GES exclue | Explication |
|--|---|
| Émissions de GES associées à l'utilisation des produits vendus (catégorie 5) | L'UQTR n'a pas de source d'émissions significatives dans cette catégorie. |
| Émissions de GES indirectes dues à d'autres sources (catégorie 6) | Aucune autre source d'émissions de GES n'a été identifiée. |

5. COLLECTE DE DONNÉES

La collecte de données au niveau de l'université a été coordonnée par Valérie Larose, conseillère en développement durable et en ressources humaines à l'UQTR. Plusieurs responsables de différents départements ont participé à cet effort en recensant les données brutes, provenant généralement de factures ou de comptes de dépenses. Les sections suivantes expliquent la méthodologie utilisée pour obtenir les données primaires du présent inventaire carbone par catégorie d'émissions.

5.1 Émissions directes (catégorie 1)

Cette section décrit la méthodologie utilisée pour collecter les données liées aux émissions directes.

5.1.1 Bâtiment – combustion fixe et émissions fugitives

Les émissions directes de la catégorie « Bâtiment » proviennent de la combustion de gaz naturel pour le chauffage des bâtiments, de la combustion de diesel dans les génératrices de secours ainsi que des fuites de réfrigérants provenant des systèmes de climatisation des bâtiments. Valérie Lanneville, technicienne en administration, et Luc Biron, directeur du département du Service de l'équipement, ont rassemblé les quantités de gaz naturel consommées à partir des factures du fournisseur. La quantité de diesel consommée par la génératrice de l'UQTR est identifiée en additionnant les factures de leur fournisseur Desroches. Le tableau 5.1 ci-dessous présente le total de combustibles consommés pour la période de l'inventaire.

Tableau 5.1 Données brutes - Consommation de gaz naturel et de diesel dans les bâtiments

| Nom du bâtiment | Consommation | | | Source des données brutes / Commentaires |
|----------------------------------|--------------------|----------------|----------------------|---|
| | Type | Quantité | Unité | |
| Combustibles | | | | |
| CIPP | Gaz naturel | 199 799 | m ³ | Service de l'équipement, UQTR Données relevées des factures du fournisseur |
| UQTR (campus T.-R.) | Gaz naturel | 271 227 | m ³ | |
| UQTR (Drummond) | Gaz naturel | 13 364 | m ³ | |
| Total pour le gaz naturel | Gaz naturel | 484 390 | m³ | Calculé |
| Génératrice | Diesel | 15 110 | litres | Valérie Lanneville; factures du fournisseur DESROCHES |



Les émissions fugitives de la catégorie « Bâtiment » proviennent des systèmes de climatisation et des réfrigérateurs. Une seule fuite a été déclarée pour l'année de l'inventaire (tableau 5.2).

Tableau 5.2 Données brutes - émissions fugitives des systèmes de climatisation des bâtiments

| Type de système | Type de réfrigérant | Quantité de fuite | Unité | Source des données brutes / Commentaires |
|--|---------------------|-------------------|-------|---|
| Climatisation - Système central (entrepôt de produits chimiques) | R410a | 2,26 | kg | Service de l'équipement / Fuite déclarée le 27-06-2019 L'équipement numéro N-S 1 |

5.1.2 Équipements motorisés – combustion mobile et émissions fugitives

L'UQTR détient au total 14 véhicules. Les quantités d'essence et de diesel consommées pour l'ensemble de la flotte de véhicules ont été répertoriées par le département du Service de l'équipement. Les consommations par véhicules n'étant pas disponibles, la consommation totale annuelle par type de carburant a été utilisée pour les calculs. Les valeurs sont présentées au tableau 5.3 ci-dessous.

Tableau 5.3 Données brutes - combustion mobile

| Type de carburant | Quantité | Unité | Source des données brutes / Commentaires |
|-------------------------------|----------|--------|---|
| Consommation totale de diesel | 4 170 | litres | Valérie Lanneville, technicienne en administration, Service de l'équipement |
| Consommation totale d'essence | 6 818 | litres | |

Les véhicules sont tous équipés d'un système de climatisation utilisant un gaz réfrigérant, le HFC-134a, un puissant GES. Les fuites de gaz occasionnées par ces systèmes ne sont pas mesurées directement par l'organisation. Dans les cas où la donnée primaire n'est pas accessible, comme ce l'est pour les fuites de réfrigérants des véhicules, celles-ci doivent être estimées. Le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) du Québec suggère une méthode de calcul pour l'estimation de ces émissions basée sur la charge totale de réfrigérant contenue dans les véhicules (MELCC, 2019). La charge de réfrigérant a pu être déterminée ou estimée pour certains véhicules, comme montré à l'annexe 1.

Étant donné le manque d'information, une valeur conservatrice pour la charge totale de réfrigérant de 936 g est attribuée à chacun des véhicules. Celle-ci est basée sur la valeur la plus grande répertoriée dans la littérature parmi les 14 véhicules, soit celle pour la camionnette Ford Ranger 2008. Une charge totale de 13,1 kg est donc considérée pour l'ensemble des 14 véhicules de l'UQTR, comme illustré au tableau 5.4.



Tableau 5.4 Données estimées – émissions fugitives des équipements motorisés

| Type de système | Type de réfrigérant | Charge totale | Unité | Source des données brutes / Commentaires |
|--|---------------------|---------------|-------|--|
| Pour l'ensemble des 14 véhicules de l'UQTR | R134a | 13,1 | kg | Estimation conservatrice basée sur des données secondaires des constructeurs (voir annexe 1) |

5.1.3 Émissions GES de procédés

Des émissions directes sont générées par certains procédés employés par l'université. C'est le cas du procédé de soudure (utilisation d'acétylène) ainsi que de l'utilisation de CO₂ gazeux et de glace sèche par les laboratoires. Les rapports d'utilisation fournis par Dominic Déry, contremaître au Service de l'équipement, indiquent la quantité de CO₂ gazeux achetée. La quantité de glace sèche achetée a été recueillie auprès de Valérie Larose. Pour l'acétylène, aucun achat n'a été recensé pour l'année de l'inventaire. Les émissions ont donc été estimées de façon conservatrice comme expliqué au tableau 5.5.

Tableau 5.5 Données brutes – Émissions de GES de procédés

| Type d'émission | Quantité | Unité | Source des données brutes / Commentaires |
|--|----------|---------------------|--|
| CO ₂ gazeux et glace sèche achetée (laboratoires) | 1 446 | kg | Dominic Déry, Valérie Larose, UQTR (1436 kg de CO ₂ gazeux et 10 kg de glace sèche) |
| Acétylène (soudure) | 1 | tCO ₂ éq | Donnée manquante. Valeur conservatrice estimée à partir des données publiques des inventaires GES du Cégep de Sherbrooke (1 tCO ₂) et de l'Université Bishop's (0,1 tCO ₂) |

5.2 Émissions indirectes dues à l'énergie importée (catégorie 2)

La seule énergie importée par l'université est l'électricité. Les valeurs de consommations ont été relevées séparément par le Service de l'équipement pour leurs trois comptes avec Hydro-Québec. Les valeurs de consommation sont montrées au tableau 5.6.

Tableau 5.6 Données brutes – Émissions indirectes dues à l'énergie importée

| Nom du bâtiment | Consommation | | | Source des données brutes / Commentaires |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|------------|---|
| | Type | Quantité | Unité | |
| Électricité | | | | |
| UQTR | Électricité | 29 640 890 | kWh | Service de l'équipement, UQTR Données relevées des factures d'Hydro Québec |
| CAPS | Électricité | 21 420 | kWh | |
| UQTR - PME Drummond | Électricité | 1 133 640 | kWh | |
| Total pour l'électricité | Électricité | 30 795 950 | kWh | Calculé |



5.3 Émissions indirectes dues au transport (catégorie 3)

Les émissions de la troisième catégorie sont des émissions de GES indirectes associées aux transports. Ce sont des sources d'émissions qui se trouvent en dehors du périmètre organisationnel. Pour l'UQTR, elles correspondent aux émissions associées à la combustion de carburant découlant du déplacement de la communauté universitaire. Deux sources d'émissions GES ont été identifiées pour cette catégorie.

La première est associée aux déplacements des employés et des étudiants entre l'université et leur domicile. Une étude menée par le centre de gestion de déplacements Roulons VERT a permis de quantifier les émissions attribuables à cette source pour l'année 2018-2019 à 12 993 tCO₂éq. Cette donnée a été utilisée pour cet inventaire. Le rapport de cette étude a été partagé par Valérie Larose, conseillère en développement durable et en ressources humaines. Un extrait du rapport peut être trouvé à l'annexe 1.

La deuxième source d'émissions de cette catégorie relève du déplacement des employés dans le cadre de leur travail. Les données compilées par l'UQTR proviennent des factures associées aux comptes de dépenses de son personnel. Au moment de l'inventaire, environ 56% des factures avaient été répertoriées. Le total des émissions calculées pour cette source est donc divisé par ce pourcentage afin d'estimer le total réel. Les informations brutes utilisées pour l'inventaire sont le montant de la dépense, le lieu d'origine et d'arrivée du déplacement ainsi que le moyen de transport utilisé. Les différents moyens de transports qui ont été répertoriés sont la voiture, le taxi, l'avion, l'autobus, le métro, le bateau et le train. À partir de ces informations sont découlés, pour chaque type de transport, la distance totale parcouru ou la quantité de litre d'essence consommés. La manipulation des données pour la quantification de cette source est présentée à l'annexe 1. Le tableau 5.7 résume les informations de distance et de consommation pour chaque moyen de transport.

Tableau 5.7 Distance et consommation totale reliées aux déplacements des employés dans le cadre du travail

| Type de déplacement | Nombre d'entrées | Distance (km) | Consommation (L) |
|---|------------------|------------------|------------------|
| Voiture (Amérique du Nord) | 3 689 | 801 628 | 71 345 |
| Voiture (à l'étranger) | 39 | - | 4 522 |
| Taxi | 568 | 6 885 | 613 |
| Avion - Trajet court (<483 km) | 12 | 7 014 | - |
| Avion - Trajet moyen (>483 km et <3700 km) | 162 | 295 799 | - |
| Avion - Trajet long (>3700 km) | 241 | 1 575 796 | - |
| Autobus | 212 | 28 280 | - |
| Métro | 124 | 2 286 | - |
| Bateau | 12 | 636 | - |
| Train | 139 | 27 800 | - |
| Autres | 49 | - | - |
| Total | 5 247 | 2 746 124 | 76 480 |
| Pourcentage des factures compilées | | | 56% |
| Total utilisé pour la quantification GES | - | 4 903 793 | 136 571 |



5.4 Émissions indirectes dues aux produits utilisés (catégorie 4)

La catégorie 4 comprend les émissions indirectes dues aux produits utilisés par l'organisation. Dans le cas de l'UQTR, elle inclue les émissions associées à la consommation de papier, d'eau potable, à la gestion des matières résiduelles (GMR) et au traitement des eaux usées.

Les données sur le papier proviennent du rapport du papier d'imprimerie de l'UQTR fourni par Serge Bourgoïn, directeur du service de l'approvisionnement et de l'imprimerie. L'intégralité de celui-ci ainsi que le calcul du poids total de papier sont présentés à l'annexe 1.

La quantité d'eau potable consommée est estimée à partir de moyennes canadiennes et du nombre de personnes fréquentant les installations de l'université. Son taux d'occupation a été fourni par Luc Biron, directeur du service de l'équipement. Le calcul estimant la consommation d'eau annuelle est également présenté à l'annexe 1.

Pour évaluer les émissions associées au traitement et à la dégradation des matières résiduelles, il faut estimer les quantités de matières envoyées à l'enfouissement, au recyclage ainsi qu'au compostage. La quantité de chacune de ces matières n'étant pas mesurée directement par l'université, une valeur conservatrice basée sur la capacité maximale des conteneurs respectifs a été utilisée pour le calcul. La capacité volumique des conteneurs a été partagée par Olivier Héroux, le responsable des services auxiliaires au département du Service de l'équipement. La quantité massique correspondante a pu être calculée grâce à des valeurs de densité théorique des différentes matières. Pour les déchets, il a aussi été nécessaire d'estimer les quantités qui ont été enfouies durant les années antérieures et qui génèrent des émissions encore aujourd'hui. Cette estimation s'est basée sur le taux d'inscription depuis l'ouverture de l'université.

La quantité d'eau usée rejetée est pour sa part considérée égale à la quantité d'eau potable consommée. Le tableau 5.8 montre les données collectées pour la catégorie 4 d'émissions GES.

Tableau 5.8 Données collectées pour la catégorie 4 d'émissions GES

| Source d'émission | Quantité | Unité | Source des données brutes / Commentaires |
|---|----------|----------------|--|
| Produits achetés/utilisés | | | |
| Consommation de papier | 29 | t | Calculé depuis le rapport d'imprimerie, voir annexe 1 |
| Consommation d'eau totale | 103 907 | m ³ | Calculé depuis le taux d'occupation, voir annexe 1 |
| Gestion des matières résiduelles | | | |
| Matières destinées à l'enfouissement | 308 | t | Olivier Héroux / Capacité max. de 5,292 yd ³ /a |
| Matières destinées au recyclage | 230 | t | Olivier Héroux / Capacité max. de 4632 yd ³ /a |
| Matières destinées au compostage | 81 | t | Olivier Héroux / Capacité max. de 365 yd ³ /a |
| Rejet d'eau usée | 103 907 | m ³ | Même quantité que celle de l'eau potable |



6. CALCULS DES ÉMISSIONS GES

Les émissions de GES sont calculées pour chacune des sources à partir des données récoltées et des facteurs d'émissions appropriés. Les potentiels de réchauffement planétaire (PRP) des différents gaz permettent ensuite de comptabiliser tous les résultats sous forme de tonnes de CO₂ équivalent (tCO₂éq). Cette section présente d'abord les PRP utilisés pour ce travail, la méthode de sélection des facteurs d'émission puis la méthode de calculs menant aux résultats pour les différents types d'émission.

6.1 Potentiels de réchauffement planétaire

Les PRP utilisés pour cet inventaire sont issus du dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) publiée en août 2021 (Forster et al., 2021). Ils sont présentés au tableau 6.1.

Tableau 6.1 Potentiels de réchauffement planétaire des différents GES (Forster et al., 2021)

| Nom | Formule | PRP | Commentaire |
|-----------------------|----------------------------------|-------|--------------------------------------|
| Principaux GES | | | |
| Dioxyde de carbone | CO ₂ | 1 | |
| Méthane | CH ₄ | 30 | |
| Oxyde nitreux | N ₂ O | 273 | |
| Autres GES | | | |
| HFC-32 | CH ₂ F ₂ | 771 | |
| HFC-134a | CH ₂ FCF ₃ | 1 526 | |
| HFC-125 | CHF ₂ CF ₃ | 3 740 | |
| HFC-410a | | 2 256 | Composé de HFC-32 et HFC-125 (50/50) |

6.2 Facteurs d'émission

Les facteurs d'émissions sont des valeurs qui permettent de transformer les données d'entrée en émissions de CO₂, CH₄, N₂O et, dans certains cas, directement en émission de CO₂éq. Ces facteurs doivent provenir de sources fiables, reconnues et récentes. Il est également important d'assurer que le facteur d'émission sélectionné représente au mieux la réalité de l'émission évaluée.

Plusieurs facteurs d'émissions utilisés dans cet inventaire sont tirés du *National Inventory Report* (NIR) canadien (Environnement et Changement climatique Canada, 2021). C'est le cas pour les sources provenant de la combustions fixe et mobile de carburant ainsi que pour la consommation d'électricité. D'autres facteurs sont dérivés d'articles scientifiques relayant des valeurs issues d'analyses de cycle de vie comme pour les émissions associées à la consommation de papier et celles associées aux matières envoyées au recyclage. Dans d'autres cas, le GIEC fourni des procédures pour évaluer les émissions.



6.3 Méthodes de calcul

Cette section présente brièvement l'approche adoptée pour calculer les émissions selon leur nature. Lorsque possible, les émissions sont calculées séparément pour chacun des types de GES. Chaque émission est cependant rapportée en tCO₂éq dans le tableau final grâce aux PRP identifiés pour chaque gaz.

Pour plusieurs sources d'émission, le calcul des émissions de CO₂, CH₄ et de N₂O ne consiste qu'à multiplier les données brutes (voir section 5) par les facteurs d'émissions appropriés. C'est le cas pour les émissions issues de la combustion fixe et mobile de carburant. Dans d'autres cas, un facteur d'émission permet d'obtenir les émissions en équivalents de CO₂ directement, comme pour la consommation d'électricité.

Les émissions fugitives de gaz réfrigérants des climatiseurs dans les bâtiments sont mesurées directement par les services d'entretien. Pour ce qui est des fuites provenant des véhicules, elles sont estimées à partir des charges totales estimées de réfrigérants de leurs climatiseurs et d'une valeur moyenne de fuites estimée par le GIEC (IPCC, 2019).

Pour les émissions de procédé, le CO₂ gazeux et la glace sèche (CO₂ solide) génèrent des émissions directes et c'est la masse totale achetée de ceux-ci qui apparaît directement au tableau des résultats.

Dans le cas des déplacements des employés dans le cadre du travail, les émissions sont calculées en fonction du type de transport. Pour les déplacements en voiture, les données de distance (en km) sont d'abord transformées en volume d'essence consommé (en L). Cette conversion se base sur la consommation moyenne canadienne des véhicules légers de 8,9 L/100 km (Government of Canada, 2021). Les émissions sont ensuite calculées avec un facteur d'émission pour la combustion d'essence dans les véhicules légers. Pour les transports en commun comme l'autobus, le métro, le train ou le bateau, les émissions sont calculées à partir de la distance totale parcourue et des facteurs d'émissions proposés par le Fonds d'action québécois pour le développement durable (FAQDD, 2020). Les émissions des déplacements en avion sont évalués similairement, mais en utilisant les facteurs d'émissions mis à jour en 2020 par le *Environmental Protection Agency* (US EPA, 2021).

Les émissions des matières envoyées à l'enfouissement sont pour leur part directement calculées à l'aide du programme LandGEM de l'EPA également, démarche recommandée par le Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre du MELCC (MELCC, 2019).



7. RÉSULTATS

Les résultats de l'inventaire carbone de l'UQTR pour l'année scolaire 2018-2019 sont présentés en détails au tableau 7.1. On y retrouve, pour chaque source d'émissions : la donnée brute, les émissions directes de CO₂, de CH₄, de N₂O, de HFC ainsi que l'équivalent CO₂ présentées en tonnes. Le calcul de l'incertitude associée à ces résultats est présenté en détails au chapitre suivant.

Tableau 7.1 Résultats de l'inventaire GES de l'UQTR pour l'année scolaire 2018-2019

| Sources d'émission | Donnée d'entrée | | Émissions de GES | | | | |
|--|-----------------|---------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------|---------------------|
| | Quantité | Unité | tCO ₂ | tCH ₄ | tN ₂ O | tHFC | tCO ₂ éq |
| Émissions directes de GES - catégorie 1 | | | | | | | |
| Bâtiments | | | | | | | |
| Consommation de gaz naturel - Équipements fixes | 484 390 | m ³ | 914,0 | 0,0179 | 0,0170 | - | 919,2 |
| Combustion de diesel - Équipements fixes | 15 110 | litres | 40,5 | 0,0012 | 0,0003 | - | 40,6 |
| Réfrigération et climatisation - fuites de HFC-410a | 2,26 | kg | - | - | - | 0,00226 | 5,1 |
| Équipements motorisés | | | | | | | |
| Consommation de diesel des équipements mobiles | 4 170 | litres | 11,2 | 0,0002 | 0,0009 | - | 11,4 |
| Consommation d'essence des équipements mobiles | 6 818 | litres | 15,7 | 0,0010 | 0,0001 | - | 15,8 |
| Climatisation des véhicules - fuites de HFC-134a | 2,62 | kg | - | - | - | 0,00262 | 4,0 |
| Procédés | | | | | | | |
| Quantité de CO ₂ gazeux et glace sèche acheté | 1 446 | kg | 1,4 | - | - | - | 1,4 |
| Quantité d'acétylène achetée (soudure) | - | - | 1,0 | - | - | - | 1,0 |
| Sous-total pour la catégorie 1 | | | 983,9 | 0,02 | 0,02 | 0,005 | 998,6 |
| Émissions indirectes de GES dues à l'énergie importée - catégorie 2 | | | | | | | |
| Bâtiments | | | | | | | |
| Consommation d'électricité | 30 795 950 | kWh | - | - | - | - | 46,2 |
| Sous-total pour la catégorie 2 | | | - | - | - | - | 46,2 |
| Émissions indirectes de GES dues au transport - catégorie 3 | | | | | | | |
| Déplacements de la communauté universitaire | | | | | | | |
| Déplacements des employés et des étudiants pour se rendre à l'université | 12 993 | tCO ₂ éq | - | - | - | - | 12 993 |
| Déplacements des employés dans le cadre du travail | - | - | - | - | - | - | 654,8 |
| Sous-total pour la catégorie 3 | | | - | - | - | - | 13 647,8 |
| Émissions indirectes dues aux produits utilisés - catégorie 4 | | | | | | | |
| Produits achetés/utilisés | | | | | | | |
| Consommation de papier | 29 | t | - | - | - | - | 67,5 |
| Consommation d'eau | 103 907 | m ³ | - | - | - | - | 0,2 |
| Gestion des matières résiduelles | | | | | | | |
| Matières envoyées à l'enfouissement | 308 | t | *35,6 | 2,6 | - | - | 77,4 |
| Matières recyclées | 230 | t | - | - | - | - | 2,3 |
| Matières compostées | 81 | t | *22,6 | 0,32 | 0,02 | - | 14,9 |
| Traitement des eaux usées | 103 907 | m ³ | - | - | - | - | 1,4 |
| Sous-total pour la catégorie 4 | | | *58,3 | 2,92 | 0,02 | - | 163,7 |
| Grand total | | | 984 | 2,9 | 0,04 | 0,005 | 14 856 |

*Émissions de CO₂ biogénique exclues du total selon ISO14064-1.



Le tableau 7.2 et la figure 7.1 permettent de visualiser la répartition des émissions par catégorie.

Tableau 7.2 Total des émissions par catégorie

| Catégorie d'émission | Quantité | Unité | Portion |
|---|---------------|--------------------------|-------------|
| Total catégorie 1 | 999 | tCO ₂ éq | 6,7% |
| Total catégorie 2 | 46 | tCO ₂ éq | 0,3% |
| Total catégorie 3 | 13 648 | tCO ₂ éq | 91,9% |
| Total catégorie 4 | 164 | tCO ₂ éq | 1,1% |
| Grand total des émissions pour l'année 2018-2019 | 14 856 | tCO₂éq | 100% |

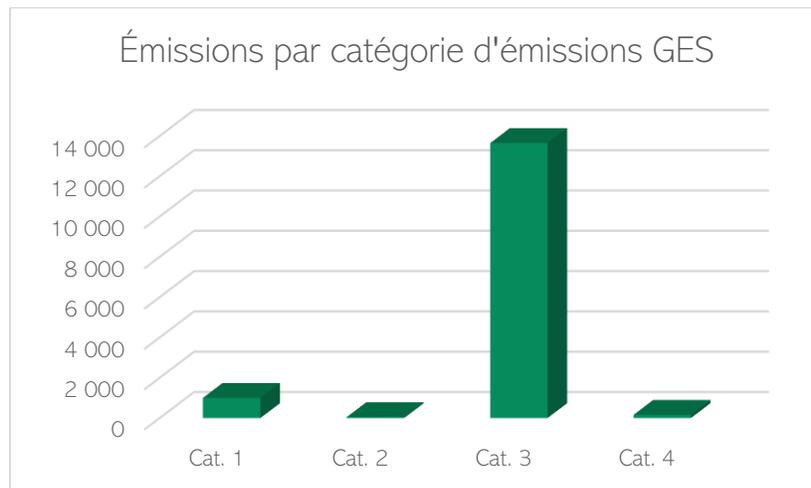


Figure 7.1 Total des émissions par catégorie d'émissions GES

On observe une grande variabilité des quantités de GES émises par les différentes sources. Dans l'optique de prévoir un plan de réduction qui permettra de réduire efficacement les émissions globales de l'organisation, il est essentiel de cerner les sources d'émissions les plus significatives. Un classement en ordre d'importance au tableau 7.3 permet de les identifier et de mettre en retrait les sources moins significatives.

Tableau 7.3 Émissions triées en ordre d'importance

| Source de l'émission | | Qté (t) | Portion du total |
|----------------------|--|---------------|------------------|
| Cat. 3 | Déplacements des employés et des étudiants pour se rendre à l'université | 12 993,0 | 87,46% |
| Cat. 1 | Consommation de gaz naturel - Équipements fixes | 919,2 | 6,19% |
| Cat. 3 | Déplacements des employés dans le cadre du travail | 654,8 | 4,41% |
| Cat. 4 | Matières envoyées à l'enfouissement | 77,4 | 0,52% |
| Cat. 4 | Consommation de papier | 67,5 | 0,45% |
| Cat. 2 | Consommation d'électricité | 46,2 | 0,31% |
| Cat. 1 | Combustion de diesel - Équipements fixes | 40,6 | 0,27% |
| Cat. 4 | Matières compostées | 14,9 | 0,10% |
| Cat. 1 | Consommation d'essence des équipements mobiles | 15,8 | 0,11% |
| Cat. 1 | Consommation de diesel des équipements mobiles | 11,4 | 0,08% |
| Cat. 1 | Réfrigération et climatisation - fuites de HFC-410a | 5,1 | 0,03% |
| Cat. 1 | Climatisation des véhicules - fuites de HFC-134a | 4,0 | 0,03% |
| Cat. 4 | Matières recyclées | 2,3 | 0,02% |
| Cat. 1 | Quantité de CO ₂ gazeux achetée (laboratoires) | 1,4 | 0,01% |
| Cat. 4 | Traitement des eaux usées | 1,4 | 0,01% |
| Cat. 1 | Quantité d'acétylène achetée (soudure) | 1,0 | 0,01% |
| Cat. 4 | Consommation d'eau | 0,2 | 0,00% |
| Total | | 14 856 | |

■ Plus de 10% ■ Entre 1% et 10% ■ Entre 0,1% et 1% ■ 0,1% et moins

La colonne de droite du tableau 7.3 donne la portion que chaque source représente sur le total des émissions. On constate des différences de plusieurs ordres de grandeur entre les différentes sources.

D'abord, les déplacements de la communauté universitaire depuis le domicile représentent 85% des émissions totales pour l'UQTR, avec 12 993 tCO₂éq émis annuellement. Ensuite, seulement deux autres sources d'émissions représentent plus de 1% des émissions. La combustion fixe de gaz naturel a émis 919 tCO₂éq pour l'année scolaire 2018-2019, ce qui représente 6,2% des émissions totales et 92% des émissions de la catégorie 1. La troisième source d'émissions la plus importante est le déplacement des employés dans le cadre du travail qui est responsable de 4,4% du grand total. Il est à noter que la combustion de carburant fossile qui est l'origine de ces trois principales sources d'émissions.

Sur le total des 17 sources d'émissions quantifiées, six exercent une influence mineure (entre 0,1% et 1%) alors que les huit autres sont considérées négligeables (0,1% et moins). Ces dernières sont regroupées dans une catégorie « Autres sources » à la figure 5.2.



DISTRIBUTION DES ÉMISSIONS PAR SOURCES

La figure 7.2 illustre les trois sources d'émissions majeures dans un premier diagramme circulaire alors que les six sources d'émissions mineures et les autres sources sont représentées dans un second diagramme.

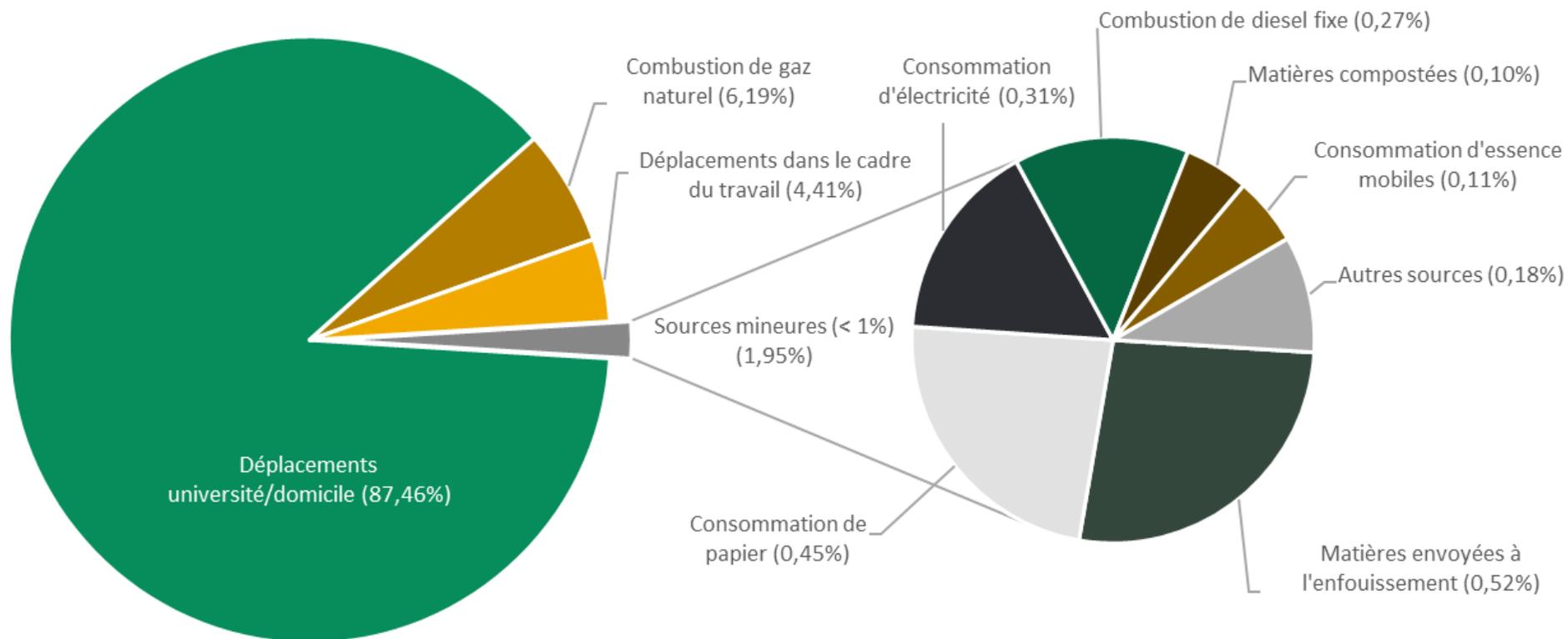


Figure 7.2 Distribution des émissions de GES par source



Rapport d'inventaire GES - 2018-2019 – Université du Québec à Trois-Rivières

Il est intéressant d'observer ces mêmes résultats, mais en éliminant la source d'émissions associée aux déplacements de la communauté universitaire. On est ainsi en mesure de mieux discerner les différences de grandeur entre toutes les autres sources d'émission. Voici donc, à la figure 7.3, l'importance relative en pourcentage des autres sources d'émissions.

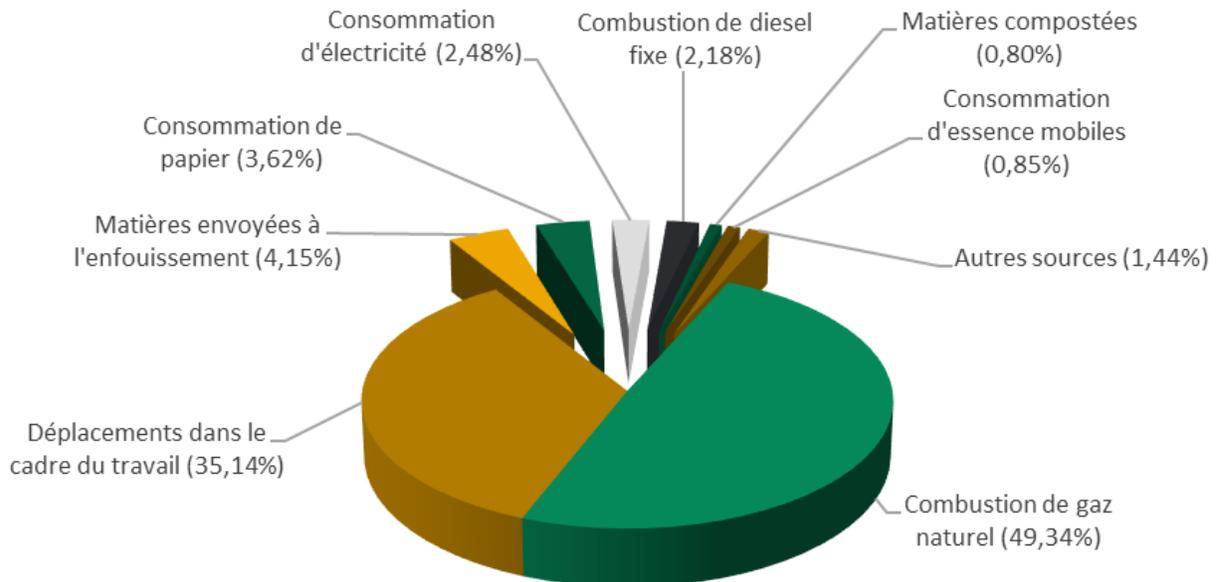


Figure 7.3 Proportion des toutes les sources d'émissions excepté « Déplacements université/domicile »

Le déplacement des employés de l'université dans le cadre de leur travail a émis 655 tCO₂éq en 2018-2019. La figure 7.4 montre comment ces émissions sont réparties selon le mode de transport employé.

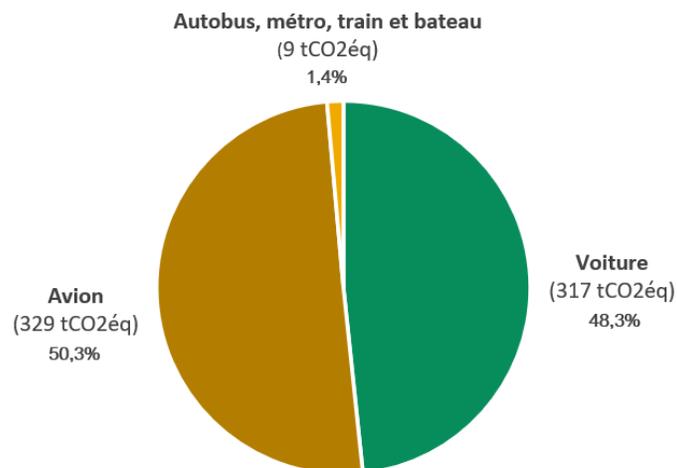


Figure 7.4 Émissions associées au déplacement des employés dans le cadre de leur travail selon le mode de transport



La norme ISO 14064-1 :2018 requiert de quantifier séparément les émissions de CO₂ d'origine biogénique. Le totale des émissions de CO₂ biogénique est estimé à 58,3 tCO₂ et ces émissions sont issues des matières envoyées à l'enfouissement et au compostage. Le tableau 7.4 montre les détails de ces émissions. À noter que ce sont les quantités de matières envoyées à l'enfouissement des 40 dernières années qui sont considérées pour le calcul des émissions dans le logiciel LandGEM.

Tableau 7.4 Émissions de CO₂ d'origine biogénique

| Type de matière | Émissions de CO ₂ biogénique (t) | Source des données brutes / Commentaires |
|--|---|---|
| Matières destinées à l'enfouissement | 35,6 | Calculé avec le logiciel LandGEM et les quantités estimées pour les années précédentes. |
| Matières destinées au compostage | 22,6 | Voir annexe 2. |
| Total des émissions de CO₂ biogéniques | 58,3 | Calculé |

Telle que mentionnée dans cette section, la grande variabilité dans l'importance des différentes émissions sera évidemment à prendre en considération lors de l'élaboration d'un plan de réduction des émissions. Cet inventaire n'évalue toutefois pas la faisabilité de l'implantation des potentielles mesures d'atténuation des émissions. Or, le niveau que contrôle qu'exerce l'UQTR sur ses différentes sources d'émissions orientera aussi nécessairement sa stratégie de réduction. De plus, il est important de prendre compte des autres impacts environnementales que peuvent avoir les activités de l'université. Pour ces raisons, les sources d'émissions moins importantes peuvent aussi mériter une attention.

8. ÉVALUATION DES INCERTITUDES

L'évaluation de l'incertitude d'un calcul permet d'estimer la précision des résultats. L'évaluation de l'incertitude de la quantification de cet inventaire est basée sur la méthodologie présentée dans le Guide de quantification pour les inventaires nationaux du GIEC (2019) (*2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 1*) ainsi que sur celle présentée dans le GHG Protocol (2003) (IPCC, 2019).

La première étape consiste à attribuer, pour chaque source d'émission, une incertitude sur la donnée brute utilisée pour le calcul et sur le facteur d'émission qui lui est associé. Lorsque l'incertitude est considérée comme faible, une valeur de ±5% lui est attribuée. Une incertitude moyenne possède à son tour une valeur de ±15% tandis qu'une incertitude élevée se voit attribuée une valeur de ±30% (GHG Protocol, 2003). La formule suivante permet ensuite de combiner ces deux incertitudes et ainsi de déterminer une incertitude sur l'émission de chaque source :



$$U_i = \sqrt{U_{donnée}^2 + U_{FE}^2}$$

Où : U_i = Incertitude sur l'émission
 $U_{donnée}$ = Incertitude sur la donnée d'entrée
 U_{FE} = Incertitude sur le facteur d'émission

Finalement, la formule ci-dessous est utilisée pour calculer l'incertitude globale de l'inventaire :

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 * x_1)^2 + (U_2 * x_2)^2 + \dots + (U_n * x_n)^2}}{x_1 + x_2 + \dots + x_n}$$

Où : U_{total} = Incertitude totale (en %)
 x_i = Émissions de GES (tCO₂éq) découlant du paramètre
 U_i = Incertitude associée à la quantité x_i

L'incertitude sur le totale a été évaluée à ±14%. Il faut toutefois noter qu'elle est de seulement ±7% pour les émissions GES directes. Le tableau 8.1 ci-dessous présente les incertitudes estimées pour chaque source d'émissions GES ainsi que l'incertitude globale de l'inventaire.



Tableau 8.1 Calcul de l'incertitude globale sur l'inventaire

| Sources d'émission | Émissions | Incertitude sur... | | | Facteur ($U_i * X_i$) ² |
|--|---------------------|-----------------------------|-----|---------|---|
| | tCO ₂ éq | donnée | FÉ | globale | |
| Émissions directes - catégorie 1 | | | | | |
| Bâtiments | | | | | |
| Consommation de gaz naturel - Équipements fixes | 919,2 | 5% | 5% | 7% | 4 225 |
| Combustion de diesel - Équipements fixes | 40,6 | 5% | 5% | 7% | 8 |
| Réfrigération et climatisation - fuites de HFC-410a | 5,1 | 15% | 5% | 16% | 1 |
| Équipements motorisés | | | | | |
| Consommation de diesel des équipements mobiles | 11,4 | 15% | 5% | 16% | 3 |
| Consommation d'essence des équipements mobiles | 15,8 | 5% | 5% | 7% | 1 |
| Climatisation des véhicules - fuites de HFC-134a | 4,0 | 30% | 15% | 34% | 2 |
| Procédés | | | | | |
| Quantité de CO ₂ gazeux et glace sèche acheté | 1,4 | 5% | 5% | 7% | 0 |
| Quantité d'acétylène achetée (soudure) | 1,0 | 30% | 0% | 30% | 0 |
| Sous-total pour la catégorie 1 | 998,6 | | | | |
| Émissions indirectes dues à l'énergie importée - catégorie 2 | | | | | |
| Bâtiments | | | | | |
| Consommation d'électricité | 46,2 | 5% | 5% | 7% | 11 |
| Sous-total pour la catégorie 2 | 46,2 | | | | |
| Émissions indirectes dues au transport - catégorie 3 | | | | | |
| Déplacements de la communauté universitaire | | | | | |
| Déplacements des employés et des étudiants pour se rendre à l'université | 12 993,0 | 15% | 5% | 16% | 4 220 451 |
| Déplacements des employés dans le cadre du travail | 654,6 | 15% | 15% | 21% | 19 284 |
| Sous-total pour la catégorie 3 | 13 647,6 | | | | |
| Émissions indirectes dues aux produits utilisés - catégorie 4 | | | | | |
| Produits achetés/utilisés | | | | | |
| Consommation de papier | 67,5 | 5% | 15% | 16% | 114 |
| Consommation d'eau | 0,2 | 30% | 15% | 34% | 0 |
| Gestion des matières résiduelles | | | | | |
| Matières envoyées à l'enfouissement | 77,4 | 30% | 5% | 30% | 554 |
| Matières recyclées | 2,3 | 30% | 30% | 42% | 1 |
| Matières compostées | 14,9 | 30% | 15% | 34% | 25 |
| Traitement des eaux usées | 1,4 | 30% | 15% | 34% | 0 |
| Sous-total pour les autres émissions | 163,7 | | | | |
| Grand total | 14 856,1 | Incertitude totale : | | | 14% |

9. Vérification

L'inventaire et le présent rapport n'ont pas fait l'objet d'une vérification par une tierce partie. L'UQTR n'est pas tenu, selon la norme ISO 14064-1 : 2018, de procéder à ce type de vérification et celle-ci n'était pas nécessaire pour les besoins de l'organisation. L'équipe d'ADDERE a toutefois soumis l'ensemble du travail à un processus interne de révision et d'assurance qualité. Advenant le besoin d'une éventuelle vérification, l'ensemble de la documentation utilisée et des calculs effectués pour la réalisation de cet inventaire sera conservé dans les archives d'ADDERE Service-conseil.



BIBLIOGRAPHIE

- Environnement et Changement climatique Canada. (2021). *Canada. 2021 National Inventory Report (NIR) | UNFCCC*. <https://unfccc.int/documents/271493>
- FAQDD. (2020). *Fonds d'action québécois pour le développement durable*. <http://www.faqdd.qc.ca/realisez-projet/outils-services/>
- Ford Motorcraft. (2011). *R-134a REFRIGERANT CHARGE CAPACITIES IN OUNCES / GRAMS*. yumpu.com. <https://www.yumpu.com/en/document/read/52742353/r-134a-refrigerant-charge-capacities-in-ounces-grams>
- Forster, P., Storelvmo, T., Armour, K., Collins, W., Dufresne, J.-L., Frame, D., Lunt, D. J., Mauritsen, T., Palmer, M. D., Watanabe, M., Wild, M. et Zhang, X. (2021). The Earth's energy budget, climate feedbacks, and climate sensitivity - Supplementary Material. Dans V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, Ö. Yelekçi, R. Yu et B. Zhou (dir.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- GHG Protocol. (2003). *Calculation Tools | Greenhouse Gas Protocol*. <https://ghgprotocol.org/calculation-tools>
- Government of Canada, C. E. R. (2021, 29 janvier). *NEB – Market Snapshot: How does Canada rank in terms of vehicle fuel economy?* <https://www.cer-rec.gc.ca/en/data-analysis/energy-markets/market-snapshots/2019/market-snapshot-how-does-canada-rank-in-terms-vehicle-fuel-economy.html>
- icf-finr-fra.pdf. (s. d.). <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.rncan.gc.ca/files/mineralsmetals/pdf/mms-smm/busi-indu/rad-rad/pdf/icf-finr-fra.pdf>
- IPCC. (2019). *Publications - IPCC-TFI*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol3.html>
- IPCC. (2019). *Publications - IPCC-TFI*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol1.html>
- MELCC. (2019). Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre, 116.
- NRF-Air-Conditioning-Filling-Chart-R134a-R1234yf-2020-lowres.pdf. (s. d.). <https://www.nrf.eu/wp-content/uploads/2020/03/NRF-Air-Conditioning-Filling-Chart-R134a-R1234yf-2020-lowres.pdf>
- Safewater. (2017). *Water Consumption*. Safe Drinking Water Foundation. <https://www.safewater.org/fact-sheets-1/2017/1/23/water-consumption>
- US EPA, O. (2021). *GHG Emission Factors Hub* [overviews and factsheets]. <https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-emission-factors-hub>



ANNEXE 1 – INFORMATIONS ET CALCULS EN LIEN AVEC LES DONNÉES COLLECTÉES

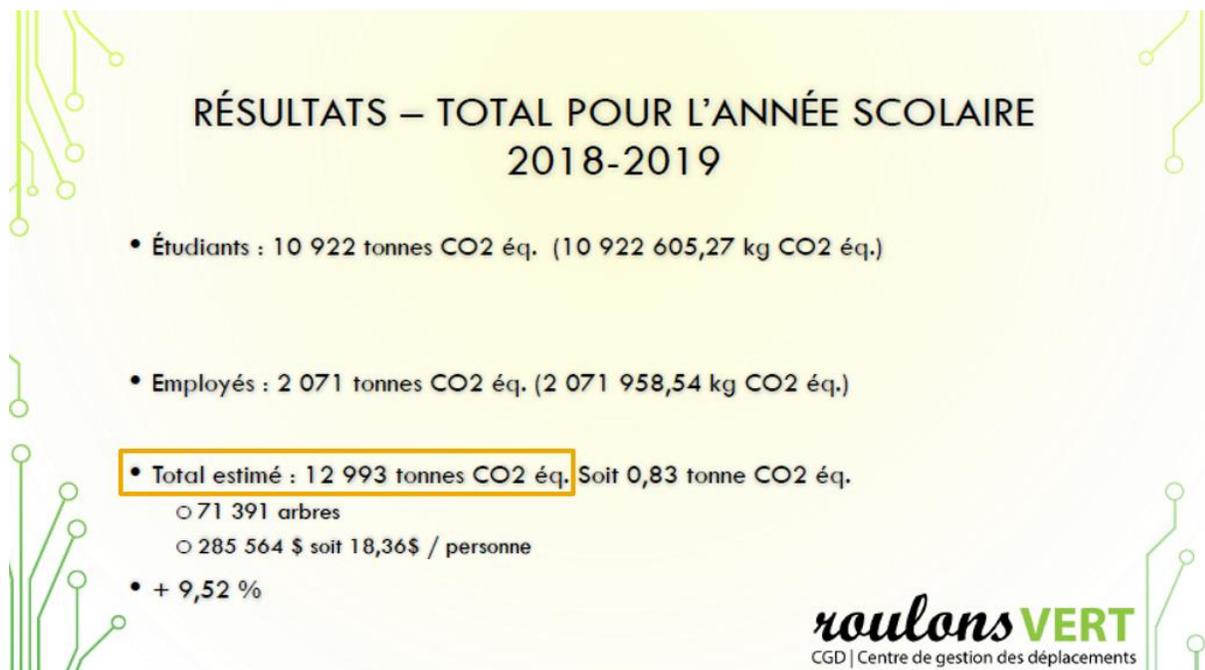
(1) Charge de réfrigérant de différents véhicules de l'UQTR

Charge de réfrigérant des différents véhicules de l'UQTR

| Véhicule et année | Charge totale (g) | Source | Commentaire |
|------------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|
| KIA SEDON 2009, 3,8 L. | - | | |
| FORD TRANS 2010, 2,0 L. | 839 | Ford Motorcraft, 2011 | |
| JOHN DEERE 244J 2010 | - | | |
| GMC SIE 2006, 6,0 L. | - | | |
| RAM PROMA 2016, 2,4 L. | - | | |
| NISSAN FRONT 2018, 4,0 L. | - | | |
| NISSAN NV200 2017, 2,0 L. | 450/650 | NRF, 2020 | (année 2020) |
| NISSAN LEAF 2013 | 400/850 | NRF, 2020 | (année 2020) |
| DODGE DAK 2000, 3,9 L. | - | | |
| FORD F550 2019, 6,7 L. | ~680 | Ford Motorcraft, 2011 | F-Series < 8500 GVW, 2012 |
| CHEVROLET ASTRO 2004, 4,3 L. | - | | |
| FORD RNG 2008, 3,0 L. | 936 | Ford Motorcraft, 2011 | |
| FORD FOCUS 2006, 2,0 L. | 737 | Ford Motorcraft, 2011 | |
| FORD DRW 1999, 7,3 L. | ~680 | Ford Motorcraft, 2011 | F-Series < 8500 GVW, 2012 |

(Ford Motorcraft, 2011), (« NRF-Air-Conditioning-Filling-Chart-R134a-R1234yf-2020-lowres.pdf », s. d.)

(2) Extrait du rapport de Roulons VERT



(3) Manipulation des données pour le déplacement des employés dans le cadre de leur travail

| Type de déplacement | Donnée brute | Facteur de conversion / explication de la méthode de calcul |
|---------------------|-------------------------------------|--|
| Voiture AN | Dépenses pour les déplacements | Distance parcourue calculée selon un taux de 0,42 \$/km |
| Voiture EXT | Dépenses pour de l'essence | Consommation en litres calculée selon le coût de l'essence par pays |
| Taxi | Dépenses | Distance calculée selon le tarif des taxis de Montréal pour les pays occidentaux. Taux ajusté à la base pour les taxis pris dans des pays où les tarifs sont plus bas. |
| Avion | Ville ou pays d'arrivé et de départ | Distance calculée considérant un vol direct via : https://www.distance.to/ |
| Autobus | Dépenses | Distance évaluée selon la dépense |
| Métro | Dépenses | Distance évaluée selon la dépense |
| Bateau | Dépenses | Distance évaluée selon la dépense |
| Train | Dépenses | Distance évaluée selon la dépense |
| Autres | Dépenses | Déplacements omis par manque de précision des données brutes |



(4) Rapport d'imprimerie

Originaux

| Rapport papier imprimerie pour la période 1er septembre 2018 au 31 août 2019 | | | | | | | |
|--|----------------|-----------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| Papier standard | Couleur | Format | Quantité achetée | Quantité/Paquet | Total à l'unité | Marque du papier | Fournisseur |
| | Blanc | 8½" x 11" | 8800 | 500 | 4400000 | Boise | Grand & Toy Limitée |
| | Blanc | 8½" x 14" | 900 | 500 | 450000 | Boise | Grand & Toy Limitée |
| | Canari | 8½" x 14" | 10 | 500 | 5000 | Boise | Grand & Toy Limitée |
| | Ivoire | 8½" x 14" | 10 | 500 | 5000 | Boise | Grand & Toy Limitée |
| | Vert | 8½" x 14" | 10 | 500 | 5000 | Boise | Grand & Toy Limitée |
| | Bleu | 8½" x 14" | 10 | 500 | 5000 | Hammermill | Spicers |
| | Blanc | 11" x 17" | 1200 | 500 | 600000 | Boise | Grand & Toy Limitée |
| | Bleu | 11" x 17" | 20 | 500 | 10000 | Boise | Grand & Toy Limitée |
| | Canari | 11" x 17" | 20 | 500 | 10000 | Boise | Grand & Toy Limitée |
| | Gris | 11" x 17" | 15 | 500 | 7500 | Boise | Grand & Toy Limitée |
| | Ivoire | 11" x 17" | 10 | 500 | 5000 | Boise | Grand & Toy Limitée |
| | Rose | 11" x 17" | 5 | 500 | 2500 | Boise | Grand & Toy Limitée |
| | Verge d'or | 11" x 17" | 15 | 500 | 7500 | International paper | Grand & Toy Limitée |
| | Vert | 11" x 17" | 30 | 500 | 15000 | Boise | Grand & Toy Limitée |
| | Ivoire | 11" x 17" | 5 | 500 | 2500 | Hammermill | Spicers |
| | Vert | 11" x 17" | 5 | 500 | 2500 | Hammermill | Spicers |
| Papier non standard | Couleur | Format | Quantité achetée | Quantité/Paquet | Total à l'unité | Marque du papier | Fournisseur |
| Parchemin | Bleu (Azul) | 8½" x 11" | 16 | 500 | 8000 | Astroparche | Spicers |
| Parchemin | Naturel | 8½" x 11" | 8 | 500 | 4000 | Astroparche | Spicers |
| Glacé | Blanc | 11" x 17" | 80 | 500 | 40000 | Xerox Bold | Spicers |
| Fluo | Bleu céleste | 11" x 17" | 5 | 500 | 2500 | Astrobrighs | Spicers |
| Fluo | Orange orbite | 11" x 17" | 5 | 500 | 2500 | Astrobrighs | Spicers |
| Fluo | Rouge réentrée | 11" x 17" | 5 | 500 | 2500 | Astrobrighs | Spicers |
| Fluo | Vert gamme | 11" x 17" | 10 | 500 | 5000 | Astrobrighs | Spicers |
| Soie | Blanc | 25" x 38" | 4 | 250 | 1000 | Creator Soie | Spicers |

| Rapport carton imprimerie pour la période 1er septembre 2018 au 31 août 2019 | | | | | | | |
|--|--------------------|-----------|--------------|--------------|-----------------|--------------------------|-------------|
| Carton | Couleur | Format | Quantité ach | Quantité/Pac | Total à l'unité | Marque du papier | Fournisseur |
| Parchemin | Bleu | 8½" x 11" | 24 | 250 | 6000 | Astroparche | Spicers |
| Parchemin | Naturel | 8½" x 11" | 16 | 250 | 4000 | Astroparche | Spicers |
| Fluo | Bleu céleste | 11" x 17" | 8 | 250 | 2000 | Astrobrighs | Spicers |
| Fluo | Citron de lancerne | 11" x 17" | 8 | 250 | 2000 | Astrobrighs | Spicers |
| Fluo | Orange orbite | 11" x 17" | 8 | 250 | 2000 | Astrobrighs | Spicers |
| Fluo | Rouge réentrée | 11" x 17" | 4 | 250 | 1000 | Astrobrighs | Spicers |
| Fluo | Vert gamme | 11" x 17" | 8 | 250 | 2000 | Astrobrighs | Spicers |
| Lynx 201M | Blanc | 23" x 35" | 6 | 750 | 4500 | Lynx Opaque | Spicers |
| Lynx 248M | Blanc | 23" x 35" | 1 | 500 | 500 | Lynx Opaque | Spicers |
| Glacé 2 côtés | Blanc | 23" x 35" | 2 | 600 | 1200 | Carolina | Spicers |
| Standard | Bleu | 23" x 35" | 2 | 500 | 1000 | Springhill Vélin Bristol | Spicers |
| Standard | Verge d'or | 23" x 35" | 3 | 500 | 1500 | Springhill Vélin Bristol | Spicers |
| Glacé 2 côtés | Blanc | 25" x 38" | 1 | 500 | 500 | Carolina | Spicers |



Rapports d'imprimerie compilés et calcul du poids total de papier

Résumé du rapport papier imprimerie pour la période 1er septembre 2018 au 31 août 2019

| Type de papier | Format | Surface (po2) | Qté paquets | Feuilles/ Paquet | Facteur carton | Poids/ paquet (kg) | Poids total (t) | Portion du poids total | Marque du papier | Fournisseur |
|-------------------------|-----------|---------------|---|------------------|----------------|--------------------|--------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Standard | 8½" x 11" | 93.5 | 8800 | 500 | 1 | 2.15 | 18.9 | 65% | Boise | Grand & Toy Limitée |
| Standard | 8½" x 14" | 119 | 930 | 500 | 1 | 2.74 | 2.5 | 9% | Boise | Grand & Toy Limitée |
| Standard | 11" x 17" | 187 | 1300 | 500 | 1 | 4.30 | 5.6 | 19% | Boise | Grand & Toy Limitée |
| Standard | 11" x 17" | 187 | 15 | 500 | 1 | 4.30 | 0.1 | 0% | International paper | Grand & Toy Limitée |
| Fluo | 11" x 17" | 187 | 25 | 500 | 1 | 4.30 | 0.1 | 0% | Astrobrights | Spicers |
| Parchemin | 8½" x 11" | 93.5 | 24 | 500 | 1 | 2.15 | 0.1 | 0% | Astroparche | Spicers |
| Soie | 25" x 38" | 950 | 4 | 250 | 1 | 10.92 | 0.0 | 0% | Creator Soie | Spicers |
| Standard | 8½" x 14" | 119 | 10 | 500 | 1 | 2.74 | 0.0 | 0% | Hammermill | Spicers |
| Standard | 11" x 17" | 187 | 10 | 500 | 1 | 4.30 | 0.0 | 0% | Hammermill | Spicers |
| Glacé | 11" x 17" | 187 | 80 | 500 | 1 | 4.30 | 0.3 | 1% | Xerox Bold | Spicers |
| Carton - Parchemin | 8½" x 11" | 93.5 | 40 | 250 | 2.35 | 2.52 | 0.1 | 0% | Astroparche | Spicers |
| Carton - Fluo | 11" x 17" | 187 | 36 | 250 | 2.35 | 5.05 | 0.2 | 1% | Astrobrights | Spicers |
| Carton - Autres | 23" x 35" | 805 | 14 | 750 | 2.35 | 65.16 | 0.9 | 3% | Lynx Opaque | Spicers |
| Carton - Glacé 2 côtés | 25" x 38" | 950 | 1 | 500 | 2.35 | 51.26 | 0.1 | 0% | Carolina | Spicers |
| | | | | | | | Poids total | 29.0 | tonnes | |
| Poids par paquet | 2.15 | kg | American Forest & Paper Association, 2007 | | | | | | | |
| Grammage papier | 75 | g/m2 | American Forest & Paper Association, 2007 | | | | | | | |
| Grammage carton | 176 | g/m2 | Astrobright, 2021 | | | | | | | |

(5) Calcul de la consommation d'eau potable

Calcul du nombre de personne moyen par jour sur les lieux de l'université :

| Description | Valeur | Unités | Source |
|--|-------------|------------------|-----------------|
| Durée d'une session | 16 | semaines | Estimation DG |
| Nb de semaine / année | 52 | semaines/ années | - |
| Nombre d'étudiants par session | | | |
| Automne 2018 | 3085 | étudiants | Luc Biron, UQTR |
| Hiver 2019 | 3067 | étudiants | Luc Biron, UQTR |
| Été 2019 | 813 | étudiants | Luc Biron, UQTR |
| Nombre étudiants sur place - équivalents à 52 semaines par année | | | |
| Automne | 949 | étudiants | calculé |
| Hiver | 944 | étudiants | calculé |
| Été | 250 | étudiants | calculé |
| Nombre d'étudiants - équivalent annuel | 2143 | étudiants | calculé |
| Nombre d'employers sur place - équivalents à 52 semaines par année | | | |
| Nombre de personnes employées | 1400 | employés | Luc Biron, UQTR |
| Nombre de semaine en présence en moyenne | 40 | semaines | Estimation DG |
| Nombre d'employers - équivalent annuel | 1077 | employés | calculé |
| Nombre de personnes par semaine en moyenne | 3220 | personnes | calculé |
| Nombre de jour par semaine par personne | 4 | | Estimation DG |
| Nombre de personne par jour en moyenne | 1840 | personnes | Calculé |

Nombre d'étudiants équivalent à l'année pour l'automne :

$$949 \text{ étudiants/semaine} = 3085 \text{ étudiants/semaine} \times 16/52 \text{ semaines}$$

Nombre d'étudiants équivalent à l'année pour l'hiver :

$$944 \text{ étudiants/semaine} = 3067 \text{ étudiants/semaine} \times 16/52 \text{ semaines}$$



Rapport d'inventaire GES - 2018-2019 – Université du Québec à Trois-Rivières

Nombre d'étudiants équivalent à l'année pour l'été :

$$250 \text{ étudiants/semaine} = 813 \text{ étudiants/semaine} \times 16/52 \text{ semaines}$$

Nombre d'étudiants - équivalent annuel :

$$2143 \text{ étudiants/semaine} = 949 + 944 + 250 \text{ étudiants/semaine}$$

Nombre d'employés - équivalent annuel :

$$1077 \text{ employés/semaine} = 1400 \text{ employés/semaine} \times 40/52 \text{ semaines}$$

Nombre de personnes par semaine en moyenne :

$$3220 \text{ personnes/semaine} = 2143 \text{ étudiants/semaine} + 1077 \text{ employés/semaine}$$

Nombre de personne par semaine en moyenne = 3220 personnes/semaine

Nombre de personne par jour en moyenne : 3220 personnes/semaine x 4 jours/semaine

Calcul de la consommation d'eau :

| Description | Portion | Valeur | Unités | Source | Commentaires |
|--|-------------|------------|--------------------|---------------|--------------|
| Consommation d'eau domestique moyenne des canadiens | | | | | |
| Toilette | 26% | 87 | litres/jour | Safewater.org | |
| Douche | 16% | 54 | litres/jour | Safewater.org | |
| Robinet | 17% | 57 | litres/jour | Safewater.org | |
| Laveuse | 22% | 74 | litres/jour | Safewater.org | |
| Fuites | 14% | 47 | litres/jour | Safewater.org | |
| Autres | 5% | 17 | litres/jour | Safewater.org | |
| Total | 100% | 335 | litres/jour | Safewater.org | |

(Safewater, 2017)

| Estimation de la consommation d'eau hors de la maison (au bureau et/ou à l'école) | | | | | |
|--|--|-----|-------------|---------------|----------------------------|
| Nombre de jour par année | | 365 | jours/année | - | |
| Nombre de jours hors de la maison | | 240 | jours/année | Estimation DG | 48 semaines, 5 jours |
| Nombre de jours seulement à la maison | | 125 | jours/année | Calculé | |
| Proportion de jours hors maison | | 66% | | | |
| Proportion de la consommation hors maison | | 50% | | Estimation DG | pour toilette, robinet, fu |
| Équivalence de consommation à l'école | | 33% | | Calculé | pour toilette, robinet, fu |
| Équivalence de consommation à la maison | | 67% | | Calculé | pour toilette, robinet, fu |

Nombre de semaines seulement à la maison : 365 – 140 = 125 semaines/année

Proportion de semaines hors maison : 240 ÷ 365 = 66 %

Équivalence de consommation à l'école : 50% x 66% = 33%



Rapport d'inventaire GES - 2018-2019 – Université du Québec à Trois-Rivières

Équivalence de consommation à la maison : $1 - 33\% = 67\%$

| Consommation d'eau moyenne domestique et hors maison (litres/jour) | | | | |
|--|-------------|-------------|--------|---------------------|
| | hors maison | à la maison | totale | Les jours à l'école |
| Toilette | 43 | 87 | 130 | 65 |
| Douche | - | 54 | 54 | - |
| Robinet | 28 | 57 | 85 | 42 |
| Laveuse | - | 74 | 74 | - |
| Fuites | 23 | 47 | 70 | 35 |
| Autres | 8 | 17 | 25 | 12 |
| Total | 102 | 335 | 437 | 155 |

*Les calculs suivants s'appliquent à la consommation d'eau associée à la toilette, le robinet, les fuites et autres.

Consommation à la maison = consommation domestique

Consommation hors maison = consommation domestique $\times 33\% \div 67\%$

Consommation totale = consommation hors maison + consommation à la maison

Consommation les semaines à l'école = consommation totale $\times 50\%$

Le total = la somme de toutes les sources de consommation

| Consommation d'eau totale à l'école | | |
|-------------------------------------|---------------|----------------------------|
| | 155 | litres/personne/jour |
| | 284676 | litres/jour |
| | 285 | m ³ /jour |
| | 103907 | m³/année |

284676 litres/jour = 155 litres/personne/jour \times 1840 personnes

285 m³/jour = 284676 litres/jour \div 1000 litres/m³

103907 m³/année = 285 m³/jour \times 365 jour/année



ANNEXE 2 – CALCULS DÉTAILLÉS DES ÉMISSIONS DE GES

(6) Calcul du facteur d'émission de CO₂ biogénique associé aux matières envoyées au compostage.

| Facteur d'émissions de CO ₂ biogénique associé aux matières envoyées au compostage | | | | |
|---|-------------|--------------------------|---|--|
| | FÉ | Unité | Source | |
| Stockage dans le sol après traitement | -0,27 | tCO ₂ /t | NRCan, 2005, Analyse des effets des activités de gestion des matières résiduelles sur les émissions de gaz à effet de serre | |
| Contenu CO ₂ dans la matière | 0,55 | tCO ₂ /t | Calculé, voir ici bas | |
| Facteur d'émission de la décomposition | 0,28 | tCO₂/t | Calculé | |

| Carbone organique dégradable (COD) dans la matière compostable humide | | | | |
|---|------------|------------|------------|----------------|
| | Min (kg) | Max (kg) | Total (kg) | Source |
| Proportion de COD - matière sèche | 25% | 50% | 1 | GIEC, 2006 |
| Taux d'humidité | | | 0,6 | GIEC, 2006 |
| Contenu de matière sèche | | | 0,4 | Calculé |
| Matière humide | 0,25 | 0,5 | 2,5 | Calculé |
| Proportion de COD - matière humide | 10% | 20% | | Calculé |

| CO ₂ potentiel dans la matière humide | | | | |
|--|-------------|------|----------------------------|-------------------------|
| | Valeur | | Unité | Source |
| Cotenu de carbone dans le CO ₂ | 27,3% | | | Calculé (stochiométrie) |
| CO ₂ potentiel - matière humide | 0,37 | 0,73 | kgCO ₂ /kg | Calculé |
| Moyenne | 0,55 | | kgCO₂/kg | Calculé |

| Calcul stochiométrique du contenu carbone du CO ₂ | | | |
|---|--------------|---------|-----------------|
| | C | O | CO ₂ |
| Masse atomique | 12,0107 | 15,9994 | |
| Nombre de molécule | 1 | 2 | |
| Analyse des effets des activités de gestion des matières résiduelles sur les émissions de gaz à effet d | 12,0107 | 31,9988 | 44,0095 |
| Contenu de carbone | 27,3% | | |

(« icf-finr-fra.pdf », s. d.)

