



DÉVELOPPEMENT
DURABLE

Bilan des émissions de gaz à effet de serre

Université Laval
2016-2017

Ça donne le goût d'agir.

> ulaval.ca/dd



UNIVERSITÉ
LAVAL

Table des matières

Liste des tableaux	3
Liste des figures	4
Introduction	5
Contexte.....	5
Méthodologie.....	5
Catégorie 1	7
Catégorie 2	8
Puits de carbone.....	8
Compensation.....	8
Protocole d'analyse de l'incertitude	8
Analyse de l'incertitude	10
Résultats et discussion.....	11
Conclusion	17
Annexe 1 : Précisions concernant les bâtiments inclus dans le bilan des émissions de GES	18
Annexe 2 : Facteurs d'émissions et valeurs de potentiel de réchauffement climatique utilisés pour le bilan 2016-2017	20
Annexe 3 : Évolution des émissions de GES entre 2000 et 2016-2017	21
Annexe 4 : Degrés-jours de chauffage.....	24
Annexe 5 : Évolution de la consommation brute d'électricité sur le campus en kWh.....	25
Annexe 6 : Indicateurs de performance	26

Liste des tableaux

Tableau 1 : Sources et puits de GES pris en compte dans le bilan	7
Tableau 2 : Attribution de l'incertitude selon la provenance des données	9
Tableau 3 : Cotes de fiabilité des résultats	9
Tableau 4 : Cote de fiabilité des résultats par source de GES.....	10
Tableau 5 : Cote de fiabilité du total des émissions de GES calculées selon la contribution de chaque source de GES.....	11
Tableau 6 : Quantité de GES émise de 2000 à 2016-2017 en fonction de la catégorie.....	14
Tableau 7 : Quantité de GES émise en 2016-2017 en fonction de la catégorie et incertitude associée aux résultats.....	16
Tableau 8 : Émissions de GES par catégorie et par type de GES pour 2016-2017.....	16
Tableau 9 : Détail des bâtiments pris en compte en 2016-2017 pour chaque type de combustible et pour l'électricité.....	18
Tableau 10 : Facteurs d'émissions utilisés pour la combustion stationnaire et mobile	20
Tableau 11 : Facteur d'émissions utilisé pour la consommation d'électricité produite dans la province de Québec.....	20
Tableau 12 : Valeurs de potentiel de réchauffement climatique utilisées pour tous les GES inclus dans le bilan	20
Tableau 13 : Évolution des émissions de GES sur le campus par catégorie de 2000 à 2016-2017	21
Tableau 14 : Moyenne et normale des degrés-jours de chauffage annuels à l'aéroport Jean-Lesage (Québec)	24
Tableau 15 : Évolution de la consommation brute d'électricité sur le campus en kWh de 2000 à 2016-2017	25
Tableau 16 : Évolution des indicateurs de performance de 2000 à 2016-2017	26

Liste des figures

Figure 1 : Quantité de GES émise en 2016-2017 et incertitude en fonction de la catégorie	15
Figure 2 : Émissions de CO ₂ équivalent sur le campus par catégorie et par année	21
Figure 3 : Grammes de CO ₂ équivalent total par unité de surface par personne	22
Figure 4 : Répartition des émissions du campus pour l'année 2006 (36 142 tonnes de CO ₂ équivalent).....	22
Figure 5 : Répartition des émissions du campus pour l'année 2016-2017 (23 820 tonnes de CO ₂ équivalent).....	23

Introduction

En tant que lieu de formation et de recherche, l'Université Laval a la responsabilité de relever les grands défis de notre société, dont la lutte aux changements climatiques. Sa stratégie de diminution des GES repose ainsi sur différents axes : mesurer, réduire et compenser les émissions, puis sensibiliser et éduquer les gens aux enjeux liés à ce phénomène.

L'Université Laval travaille depuis longtemps à limiter ses émissions de gaz à effet de serre (GES), et qui veut s'améliorer doit se mesurer. Ainsi, l'Université Laval réalise le bilan partiel de ses émissions de GES annuellement, et le bilan complet de ses émissions tous les trois ans. Des bilans complets des émissions de GES de l'Université ont été réalisés pour 2000, 2006, 2007, 2010, 2012-2013 et 2015-2016.

En 2013-2014, 2014-2015 et 2016-2017, un bilan partiel des émissions de GES de l'Université a été réalisé. Par bilan partiel, on entend un bilan ne recensant que les émissions directes de GES émis par l'Université ainsi que les émissions indirectes liées à sa consommation d'énergie (électricité), soit les émissions de catégorie 1 et 2 (Tableau 1). Le présent rapport documente le bilan partiel des émissions de GES pour l'année 2016-2017, s'échelonnant du 1^{er} mai 2016 au 30 avril 2017. Il est à noter qu'un changement de période d'inventaire a été effectué en 2012-2013 pour s'harmoniser avec la période de production des différents rapports et documents utilisés pour réaliser le bilan de GES, soit l'année financière de l'Université. Ce changement n'a pas d'influence sur les résultats des bilans.

Contexte

En 2016-2017, l'Université Laval comptait plus de 37 000 étudiants et employait plus de 5 300 personnes. Les infrastructures de l'Université sont concentrées à la cité universitaire, définie comme le campus, mais plusieurs autres entités sont localisées hors campus, notamment dans le Vieux-Québec, à Saint-Augustin et à la Forêt Montmorency.

Le campus universitaire occupe une superficie approximative de 1,8 km² dans la Ville de Québec. Plus de cinquante bâtiments y sont présents. Le chauffage de la majeure partie des bâtiments présents sur le campus provient de la centrale d'énergie construite en 1954. Cette centrale fonctionne au mazout, au gaz naturel et, depuis 2007, à l'électricité.

La Forêt Montmorency est située à quelque 80 km, au nord du campus. Elle occupe une superficie d'environ 412 km² (agrandissement de 346 km² en 2014). La Forêt possède des installations de plein air et d'hébergement accessibles au public et abrite des activités d'enseignement et de recherche en foresterie.

Méthodologie

Le premier bilan des émissions de GES de l'Université a été réalisé en 2009 par les consultants *Dessau* et portait sur les années 2000, 2006 et 2007. Depuis, un bilan de GES complet est produit tous les trois ans par l'Université Laval. L'année de référence est 2006, puisqu'aucune information relative à la Forêt Montmorency n'était disponible avant cette année.

En continuité avec les premiers bilans, c'est par la méthode des facteurs d'émissions que les quantités de GES émises, en équivalent CO₂, ont été calculées. L'ensemble des principes et des hypothèses de travail employés dans la réalisation du bilan des GES est basé sur les références suivantes :

- GHG Protocol, A Corporate Accounting and Reporting Standard, revised edition (2004);
- ISO 14064-1:2006, Greenhouse Gases Part I – Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.

La norme ISO 14064-1 a été retenue, car elle est une référence mondiale pour les bilans de GES et qu'elle s'applique, quel que soit le type d'organisation. Ce rapport d'inventaire n'a pas fait l'objet d'une vérification selon la norme ISO-14064-3 par une tierce partie.

Une approche fondée sur le contrôle administratif a été préconisée. Ainsi, la majeure partie des bâtiments pour lesquels l'Université est propriétaire et possède 100 % du contrôle administratif a été prise en compte dans cette approche. Les entités louées ou en copropriété, telles que la Fabrique ou le Vieux Séminaire et les maisons situées sur le campus, ont été exclues du bilan. Les bâtiments situés hors campus, sauf ceux situés à la Forêt Montmorency, ont également été exclus du bilan. La liste exhaustive des bâtiments inclus dans le bilan peut être consultée à l'Annexe 1.

Le bilan a été réalisé en utilisant la version anglaise d'un logiciel intitulé *Clean Air-Cool Planet Campus Carbon Calculator v. 6.85*, développé par l'organisme Clean Air-Cool Planet pour les universités américaines et adapté pour les provinces canadiennes par la Coalition Jeunesse Sierra. Lors de chaque production de bilan de GES, une mise à jour du logiciel est effectuée par l'Université afin de mieux représenter ses opérations et le contexte québécois, notamment quant à la distribution d'électricité et les transports. Les facteurs d'émissions ou de suppressions des différents puits et sources de GES sont également mis à jour selon les données du plus récent *National Inventory Report (NIR)* sur les sources et puits de GES au Canada, publié chaque année par Environnement Canada. Au moment de la réalisation du bilan de GES 2016-2017, les données les plus récentes disponibles étaient celles du NIR publié en avril 2017, qui se rapportent à l'année civile 2015. Les facteurs d'émissions utilisés ainsi que les valeurs de potentiel de réchauffement climatique pour chaque GES inclus dans le bilan peuvent être consultés à l'Annexe 2.

Parmi les gaz ayant un effet de serre, quatre des six gaz pris en compte par le protocole de Kyoto, soit le CO₂, le CH₄, le N₂O et les HFC (HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a) ont été considérés dans le présent bilan. Les PFC et le SF₆ n'ont pas été considérés, puisqu'ils ne sont pas produits par les activités de l'Université. Le tableau 1 présente les sources et les puits de GES pris en compte dans le bilan.

Les détails de la méthodologie utilisée pour calculer les émissions de GES de l'Université sont détaillés dans un document interne intitulé « Guide de réalisation du bilan GES ». Ce document a été rédigé en 2011 lors de la réalisation du bilan de GES de l'année 2010, en s'appuyant sur la méthodologie utilisée par la firme Dessau en 2009 pour les bilans de 2000, 2006 et 2007. Il spécifie le type de données qui doit être utilisé pour calculer les émissions de GES, les personnes ressources qui fournissent ces données, les modifications qui doivent être apportées au calculateur utilisé et la façon dont les données doivent être traitées. La mise à jour de ce document est effectuée chaque fois qu'un bilan de GES est réalisé, dans le but d'assurer à la fois la constance de la méthodologie à travers les bilans et de permettre d'améliorer cette dernière, par exemple en précisant des estimés lorsque de nouvelles sources de données sont disponibles. Par souci de clarté et de concision, les informations contenues dans ce document ne sont pas toutes incluses dans le présent bilan, mais elles sont résumées dans les paragraphes suivants et sont disponibles en tout temps sur demande.

Catégorie 1

Les factures de livraison des différents combustibles utilisés sur le campus, soient le mazout (huile n° 2), le mazout lourd (huile n° 6), le gaz naturel, le propane et le diesel, ont été utilisées pour le calcul des émissions provenant de la combustion stationnaire. La même chose a été faite pour la Forêt Montmorency. Pour plus de détails sur les bâtiments concernés par chaque type de données, consulter l'Annexe 1. Il n'y a pas de combustion de biomasse à l'Université.

Tableau 1 : Sources et puits de GES pris en compte dans le bilan

Catégorie	Description	Sources et puits pris en compte
1	Émissions directes reliées aux opérations de l'Université	<ul style="list-style-type: none">- Combustion stationnaire (chaudières et autres équipements fonctionnant au carburant) sur le campus et à la Forêt Montmorency;- Utilisation d'halocarbures dans les appareils de climatisation et de réfrigération sur le campus- Transport interne sur le campus et à la Forêt Montmorency (combustion mobile des véhicules appartenant à l'Université).
2	Émissions indirectes reliées à la consommation énergétique de l'Université	<ul style="list-style-type: none">- Achat d'électricité pour le chauffage et l'utilisation dans les bâtiments appartenant à l'Université situés sur le campus et à la Forêt Montmorency.
N/A	Puits de carbone et compensation	<ul style="list-style-type: none">- Stockage de carbone dans le couvert forestier de la Forêt Montmorency ainsi que celui du Séminaire de Québec.

La combustion mobile origine de la flotte de l'Université Laval, composée de 183 véhicules : voitures, camionnettes, camions lourds (machinerie) et véhicules tout-terrain (VTT) fonctionnant à l'essence ou au diesel et étant utilisés sur le campus ou à la Forêt Montmorency. Les données concernant le ravitaillement en diesel et en essence étaient disponibles soit en litres, soit en dollars défrayés. Puisque les données disponibles en dollars ne font pas la distinction entre l'achat d'essence ou de diesel, le montant total défrayé pour ces combustibles a été séparé en montant pour l'essence et en montant pour le diesel au prorata de la quantité de véhicules fonctionnant au diesel et à l'essence dans la flotte universitaire. Par la suite, les dollars ont été transformés en litres d'essence ou de diesel en tenant compte du prix moyen de ces combustibles dans la province entre le 1^{er} mai 2016 et le 30 avril 2017, fourni par la Régie de l'énergie du Québec. Puisqu'il n'est pas possible de connaître la consommation précise de carburant de chaque véhicule de la flotte, les quantités de carburants (essence et diesel) ont été attribuées aux différents types de véhicules (automobiles, camionnettes et véhicules hors-route pour l'essence, et camionnettes et machinerie lourde pour le diesel) au prorata de la quantité de chacun des types de véhicules dans la flotte. Le campus et la Forêt Montmorency ont été traités séparément.

Les données utilisées pour calculer les émissions d'halocarbures des systèmes de réfrigération et de climatisation sur le campus sont issues de l'équipe Réseau de réfrigération du Service des immeubles. Les fuites d'halocarbures dans les équipements sont estimées en kilogrammes, ce qui permet d'appliquer directement les potentiels de réchauffement climatique aux données reçues. Pour les équipements de climatisation, les estimés sont calculés en faisant la moyenne annuelle des remplissages de HFC dans les équipements au cours des

10 dernières années, ce qui permet un meilleur estimé des fuites puisque les équipements de climatisation ne font pas l'objet de remplissage de HFC chaque année. Pour les équipements de réfrigération, les estimés sont calculés à partir des registres de remplissage de l'année ciblée, auxquels on ajoute un 1% de fuites hypothétiques non décelées selon le conseil de professionnels, afin de se rapprocher le plus possible de la réalité. Seules les émissions liées aux GES couverts par le protocole de Kyoto ont été comptabilisées. Les halocarbures ont été inclus au bilan de GES pour la première fois en 2014-2015.

Catégorie 2

La totalité de l'électricité consommée à l'Université Laval (campus et Forêt Montmorency) étant issue du réseau d'Hydro-Québec, aucune émission de gaz à effet de serre n'avait été considérée dans cette catégorie lors des premiers bilans. Cette suggestion provenait d'Environnement Canada, qui ne comptabilisait aucune émission en lien avec la production électrique dans le NIR des gaz à effet de serre de 2006 (Environnement Canada, 2008). Cependant, depuis la publication de l'édition de 2011, un facteur d'émissions s'appliquant à l'électricité au Québec est appliqué. Ce facteur d'émission diffère d'année en année, entre autres selon la proportion d'électricité québécoise issue de l'hydroélectricité, de la fission nucléaire, de la combustion et des énergies vertes chaque année.

Puits de carbone

La Forêt Montmorency appartenant à l'Université Laval est considérée comme étant un puits de carbone. Une étude réalisée en 2015 par un comité scientifique de l'Université Laval estime à 13 945 tonnes de CO₂ équivalent le carbone stocké par cette forêt chaque année depuis son agrandissement en 2014.

Compensation

En plus du puits de carbone de la Forêt Montmorency, un partenariat avec le Séminaire de Québec fait en sorte que le Séminaire cède à l'Université, pour une période fixe de cinq ans à partir de 2015, les droits d'utiliser un volume de captation de carbone séquestré (crédits carbone) équivalent à 7550 tonnes de CO₂ par année. Ces crédits sont générés par la quantité additionnelle de carbone emmagasinée et retenue dans la biomasse forestière découlant de la réduction de sa récolte forestière annuelle sur une portion du territoire de la Seigneurie de Beauré.

En 2016-2017, l'Université Laval a compensé les émissions de GES de catégories 1 et 2 restantes (2 692 tonnes de CO₂ équivalent, moins 71 tonnes de CO₂ équivalent lié à l'ajustement des émissions de 2015-2016 avec les plus récents facteurs d'émissions disponibles) en achetant des crédits carbone auprès d'organisations reconnues qui offrent des partenariats à valeur ajoutée à l'Université. Pour financer les achats de crédits carbone, l'Université utilise les sommes économisées de son enveloppe financière dédiée à l'énergie, dégagées grâce aux mesures d'efficacité énergétique mises en place au cours des dernières années. Par ailleurs, l'Université entend poursuivre activement ses efforts de réduction des émissions de GES de façon à diminuer progressivement ses besoins de crédits carbone.

Protocole d'analyse de l'incertitude

La méthode d'analyse de l'incertitude retenue est celle qui a été proposée par Dessau en 2009 dans le document intitulé « *Bilan des gaz à effet de serre, années 2000, 2006 et 2007* » remis à l'Université Laval. Afin de déterminer l'importance relative des résultats sur l'impact

total, une analyse de sensibilité a été réalisée sur chacune des données utilisées dans les calculs. Ainsi, un poids relatif a été alloué à chacune des données, selon sa provenance (Tableau 2).

Tableau 2 : Attribution de l'incertitude selon la provenance des données

Provenance des données	Poids relatif alloué (fiabilité en %)
Données spécifiques provenant de l'Université, sans transformation	100
Données transformées à partir des données spécifiques de l'Université	95
Données génériques canadiennes ou nord-américaines relatives à la catégorie d'émission visée	85
Données génériques internationales relatives à la catégorie d'émission visée	75
Données transformées à partir de données génériques canadiennes ou nord-américaines	50
Données transformées à partir de données génériques internationales	40

Par la suite, chacune des données employées dans les calculs a été répartie selon son poids relatif. La fiabilité (F) du résultat a été définie en utilisant l'équation suivante :

$$F = \frac{\sum[(Poids\ relatif)]}{Nombre\ total\ de\ données\ dans\ le\ calcul}$$

Pour juger de l'importance d'un résultat singulier sur l'impact total, la cote F de l'équation ci-haut doit être comparée à la grille de décision (Tableau 3):

Tableau 3 : Cotes de fiabilité des résultats

Cote F	Description
F ≥ 90	Résultat de fiabilité significative
60 ≥ F < 90	Résultat de fiabilité moyenne
F < 60	Résultat de moindre fiabilité

Tous les coefficients d'émission utilisés dans les calculs provenaient d'une étude canadienne et possédaient donc un poids relatif de 85. En ce qui concerne les potentiels de réchauffement climatique des gaz, ceux-ci ont été marqués d'un poids relatif de 85, puisqu'ils sont acceptés par l'ensemble de la communauté internationale. La cote de fiabilité du total des émissions de GES de l'Université Laval (avant soustraction du stockage de carbone à la Forêt Montmorency) a été calculée en pondérant la cote de fiabilité de chacune des catégories d'émissions selon sa contribution au total des émissions de GES (selon les données pour 2016-2017 présentées au Tableau 5).

Cette méthode d'analyse de l'incertitude se veut très conservatrice, ce qui explique que les marges d'erreur (Tableau 7) puissent paraître importantes. Cette analyse conservatrice a été retenue pour souligner que les calculs peuvent toujours être améliorés au fil des années afin d'atteindre une cote de fiabilité près de 100%. Il est à noter que la seule manière d'obtenir cette cote de fiabilité serait de mesurer directement les émissions de GES à la source à l'aide d'un appareil calibré, ce qui représente une activité extrêmement coûteuse et exigeante.

Analyse de l'incertitude

D'après le protocole présenté dans la section Méthodologie, la provenance de chacune des données utilisées dans les calculs a été rapportée à un poids relatif. La présente section établit la relation entre les différentes sources d'émission par catégorie et la provenance des données (Tableau 4). La fiabilité de chacune des sources d'émission est illustrée à la Figure 1 et détaillée dans le Tableau 7. La cote de fiabilité pour le total des émissions, calculée en pondérant les cotes de fiabilité de chacune des sources de GES selon la contribution de chaque source au total des émissions est de 90% (Tableau 5).

Tableau 4 : Cote de fiabilité des résultats par source de GES

Source	Donnée	Provenance de la donnée	Poids relatif attribué	Fiabilité calculée pour la source (%)
Combustion stationnaire	Quantité de combustibles utilisée annuellement	Université Laval (factures)	100	90
	Facteurs d'émission des combustibles	Donnée générique canadienne (NIR)	85	
	Potentiel de réchauffement climatique des gaz	Donnée acceptée internationalement (5 ^e GIEC)	85	
	Nombre de données dans le calcul : 3			
Combustion mobile	Nombre de véhicules employés à l'Université	Université Laval	95	83
	Quantité de carburant utilisée annuellement (facturation SI et SF)	Université Laval (factures)	95	
	Prix moyen de l'essence	Donnée générique canadienne (Régie de l'énergie du Québec)	85	
	Consommation moyenne des véhicules	Données génériques canadiennes relatives à la catégorie de véhicules visée modifiées de façon à représenter la flotte de l'Université (Ressources naturelles Canada)	50	
	Facteurs d'émission du carburant	Donnée générique canadienne (NIR)	85	
	Potentiel de réchauffement climatique des gaz	Donnée acceptée internationalement (5 ^e GIEC)	85	
	Nombre de données dans le calcul : 6			
Électricité	Quantité de combustibles utilisée annuellement	Université Laval (factures)	100	90
	Facteur d'émission de l'électricité au Québec	Donnée générique canadienne (NIR)	85	
	Potentiel de réchauffement climatique des gaz	Donnée acceptée internationalement (5 ^e GIEC)	85	
	Nombre de données dans le calcul : 3			

Halocarbuures	Quantité d'halocarbuures émise à la suite de fuites (estimée à partir des données de remplissage)	Université Laval	95	90
	Potentiel de réchauffement climatique des gaz	Donnée acceptée internationalement (5 ^e GIEC)	85	
	Nombre de données dans le calcul : 2			

Tableau 5 : Cote de fiabilité du total des émissions de GES calculées selon la contribution de chaque source de GES

Source	% du total de GES	Cote de fiabilité pour la catégorie	Cote de fiabilité pour le total des émissions de GES
Combustion stationnaire	94,6%	90	90
Combustion mobile	2,3%	83	
Électricité	1,1%	90	
Halocarbuures	2,1%	90	

Résultats et discussion

Les tableaux et figures de cette section présentent les données relatives au bilan 2016-2017. Les annexes 3 à 6 contiennent des tableaux et figures qui montrent l'évolution des émissions et des indicateurs de performance depuis 2000, ainsi que quelques informations supplémentaires afin de pouvoir comparer le bilan actuel avec les bilans précédents.

Le bilan des émissions de GES de catégorie 1 et 2 pour l'année 2016-2017 est de 23 820 tonnes de CO₂ équivalent (Tableau 6, Tableau 7, Figure 1 et Tableau 8 pour la ventilation des données par type de GES). À ce total, on additionne les émissions liées aux opérations de la Forêt Montmorency (367 tonnes de CO₂ équivalent), ce qui porte à un total brut de 24 187 tonnes de CO₂ équivalent les émissions de GES de catégories 1 et 2 pour l'année 2016-2017. Du total brut, on soustrait le stockage de carbone dans le réservoir forestier de la Forêt Montmorency (13 945 tonnes de CO₂ équivalent), puis les crédits carbone compensés (7 550 tonnes de CO₂ équivalent pour le partenariat avec le Séminaire de Québec et 2 692 tonnes de CO₂ équivalent achetées sous forme de crédits carbone auprès d'organisations reconnues qui offrent des partenariats à valeur ajoutée à l'Université afin d'obtenir la valeur nette de 0 pour les émissions de catégories 1 et 2 du bilan. Le total brut des émissions de GES de catégories 1 et 2 de 2016-2017 est le plus bas depuis que l'Université procède à des bilans de GES.

Sur le campus, le chauffage constitue environ 95% des émissions de GES des catégories 1 et 2 (Annexe 3). On constate une baisse significative des émissions dues au chauffage depuis 2006 (-36%, soit une diminution de 12 509 tonnes de CO₂ équivalent). Jusqu'en 2012-2013, cette diminution était directement liée à la baisse de la consommation de l'huile no 6 due à l'installation d'une chaudière électrique en septembre 2007, qui comble maintenant autour de 15% des besoins énergétiques en chauffage hors des heures de forte demande. Par la suite, un hiver très froid en 2013-2014 ainsi que de fréquentes interruptions de l'alimentation en gaz naturel ont fait en sorte que l'huile no 6, beaucoup plus polluante, a dû être utilisée plus souvent qu'à l'habitude pour le chauffage. Cette situation a été

rétablie en 2014-2015 malgré un second hiver froid (Annexe 4), grâce à une révision du contrat d'alimentation en gaz naturel de l'Université afin d'éviter les interruptions connues en 2013-2014. Cette révision visait à diminuer la fréquence d'utilisation de l'huile no 6.

En 2016-2017, une diminution des émissions de GES liées au chauffage a été observée par rapport à 2015-2016, ce qui s'explique en partie par l'utilisation de la chaudière électrique pour la production de la vapeur et en partie par un hiver 2016-2017 plus clément (avec 4600 DJ) que l'hiver 2015-2016 (avec 4706 DJ). En 2016-2017, la consommation d'huile no 6 a été de 493 051 L alors qu'en 2015-2016, elle a été de 391 796 L pour l'année. Par ailleurs, on note une augmentation de l'utilisation de la chaudière électrique et une légère augmentation de l'utilisation de l'huile no 6. Cette légère augmentation de l'utilisation de l'huile no 6 est due au fait que cette année, 16 demandes d'interruptions ont été enregistrées, comparativement à 7 demandes enregistrées en 2015-2016. La moyenne des trois années précédentes (2012-2013, 2013-2014 et 2014-2015) se situait autour de 2 000 000 L d'huile no 6. On note une diminution de l'utilisation des autres carburants : le gaz naturel, le diesel coloré et le gaz propane.

La diminution de l'utilisation du gaz naturel est attribuable à une plus grande utilisation de l'électricité. En période hors pointe (lorsque des kWh sont disponibles), l'Université Laval utilise sa chaudière électrique pour effectuer du chauffage. En 2016-2017, la chaudière électrique a comblé 18% des besoins en chauffage du campus, comparativement à 13% des besoins de chauffage en 2015-2016. Quant au diesel coloré et au propane, ceux-ci ne sont pas utilisés pour chauffer les bâtiments directement. Sur le campus, le propane est utilisé dans certains pavillons (pour certains laboratoires et pour un chauffage d'appoint dans le cas des serres). Les réservoirs ne sont pas remplis à date fixes. Puisque les données utilisées pour le calcul des émissions sont les données de remplissage des réservoirs et que ceux-ci ne sont pas remplis à date fixe, et que les données de consommation réelles ne sont pas comptabilisées, cela explique les variations de consommation d'un bilan à l'autre.

En 2016-2017, on note également que les émissions liées au transport interne (véhicules de la flotte universitaire) ont légèrement augmenté, passant de 374 à 395 tonnes de CO₂ équivalent. Une augmentation importante avait toutefois été observée entre 2014-2015 et 2015-2016 due à un raffinement des données utilisées pour le calcul, qui permet maintenant de prendre en compte des remplissages d'essence et de diesel qui ne l'étaient pas dans les années précédentes (argent défrayé pour des remplissages par demandes de paiement et par bons d'achat). On s'attend donc à ce que les émissions des prochains bilans pour le transport interne s'apparentent à celles obtenues en 2015-2016. Cette modification de la méthodologie augmente grandement la précision du bilan de GES de l'Université Laval.

En ce qui concerne les émissions des halocarbures, nous observons des augmentations depuis que celles-ci ont commencé à être calculées en 2014-2015. Cela s'explique entre autres par le fait que les technologies changent régulièrement, ce qui occasionne aussi des changements d'équipements. Les nouveaux appareils sont souvent privilégiés en raison de leur efficacité énergétique. En contrepartie, les fuites y sont plus fréquentes et les réfrigérants utilisés parfois plus polluants. En 2016-2017, la hausse des émissions de GES associée aux halocarbures s'explique par une hausse importante des fuites de R-410a, dont le potentiel de réchauffement climatique est élevé. Le R-410a est utilisé principalement dans les thermopompes qui ont connu certains bris cette année. Par ailleurs, une ancienne thermopompe a aussi été remise en opération nécessitant un remplissage important. Il est à noter toutefois qu'en 2016-2017 on observe une baisse des fuites pour tous les autres réfrigérants.

Finalement, les émissions liées aux opérations de la Forêt Montmorency ont quant à elle augmenté de 2% par rapport à 2006 (Tableau 6). Certaines fluctuations ont été observées au cours des dernières années dues au fait que les données relatives aux combustibles n'étaient pas toutes disponibles en 2006, ce qui est désormais le cas. Une augmentation de la consommation de combustibles pour le chauffage, possiblement attribuable à un hiver plus froid que le précédent, mais la diminution de l'utilisation du carburant (essence et diesel pour la flotte de véhicules) depuis le bilan précédent a permis de diminuer le bilan total des GES de la Forêt Montmorency par rapport au bilan de 2015-2016.

Tableau 6 : Quantité de GES émise de 2000 à 2016-2017 en fonction de la catégorie

Catégories			Émissions annuelles* (t CO2 e)								Évolution sur la période 2006-2017	
			2000	2006	2007	2010	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016		2016-2017
Campus	Catégorie 1 Émissions directes reliées aux opérations	Chauffage	35 719,7	35 172,0	28 538,0	25 664,4	25 480,0	29 554,6	25 741,5	26 271,3	22 663,4	-36%
		Transport interne	272,0	264,0	296,0	272,3	216,8	227,2	187,1	373,8	394,8	50%
		Halocarbures	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	145,6	309,8	503,5	N/A
	Catégorie 2** Émissions indirectes reliées à l'énergie	Électricité	332,2	705,6	1 246,7	270,0	441,0	343,8	350,5	323,1	257,9	-63%
	Total des émissions calculées pour le campus			36 323,9	36 141,6	30 080,7	26 206,7	26 137,8	30 125,6	26 424,7	27 278,0	23 819,6
Forêt Montmorency	Catégorie 1 Émissions directes reliées aux opérations	Chauffage	n.d.	25,0	74,0	130,8	142,9	208,9	284,0	196,7	215,0	760%
		Transport interne	n.d.	335,0	315,0	154,1	122,4	154,8	129,4	193,4	150,8	-55%
	Catégorie 2** Émissions indirectes reliées à l'énergie	Électricité	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,2	2,6	2,4	2,2	1,7	N/A
	Total des émissions calculées pour la Forêt Montmorency			n.d.	360,0	389,0	284,9	268,5	366,3	415,8	392,3	367,5
Correction des bilans antérieurs (révision des facteurs d'émissions)			n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,1	-71	0	N/A
Total des émissions pour le campus et la Forêt Montmorency			36 323,9	36 501,6	30 469,7	26 491,6	26 406,3	30 491,9	26 843,6	27 599,3	24 187,1	-34%
Stockage par le couvert forestier de la Forêt Montmorency***			n.d.	-3 934,0	-3 934,0	-3 934,0	-3 934,0	-3 934,0	-13 945,0	-13 945,0	-13 945,0	254%
Stockage par le couvert forestier du Séminaire de Québec†			n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-7 550,0	-7 550,0	-7 550,0	N/A
Acquisition de crédits carbone pour le bilan en cours††			n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-5 345,5	-6 175,3	-2 692,1	N/A
Acquisition de crédits carbone pour compenser les corrections des bilans précédents†††			n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-3,1	71	0	N/A
Bilan GES net de l'Université Laval			36 324,0	32 567,6	26 535,7	22 557,6	22 472,3	26 557,9	0,0	0,0	0,0	-100%

*Les bilans de 2000 à 2010 couvraient une année civile (janvier à décembre) alors que les bilans suivants couvrent une année financière (mai à avril).

**La grande variabilité des émissions liées à la consommation d'électricité est due à la variabilité des facteurs d'émissions de GES selon les années, et non pas à la consommation d'électricité de l'UL. Voir les données brutes de consommation d'électricité pour plus de précision.

***Stockage calculé par les Consultants forestiers DGR à partir de 2007, mais appliqué aussi à 2006. La donnée pour 2014-2015 (suite à l'agrandissement de la Forêt Montmorency) a été calculée par un comité scientifique nommé par l'Université Laval.

†Partenariat établi en 2015 avec le Séminaire de Québec, qui cède à l'Université Laval ses droits d'utiliser un volume de captation de carbone séquestré équivalant à 7550 tonnes de CO₂ éq. par année pour une période de 5 ans.

††Depuis 2014-2015, l'Université Laval achète des crédits carbone auprès de différentes organisations certifiées afin de compenser les émissions de GES restantes des catégories 1 et 2 suite à la soustraction des tonnes de carbone stockées dans le couvert forestier de la Forêt Montmorency et du Séminaire de Québec.

†††Si un bilan des émissions de GES datant de 2014-2015 ou plus récent est révisé suite à sa réalisation, des crédits carbone supplémentaires seront achetés à une organisation certifiée au moment de la révision du bilan afin de maintenir un bilan GES net égal à zéro.

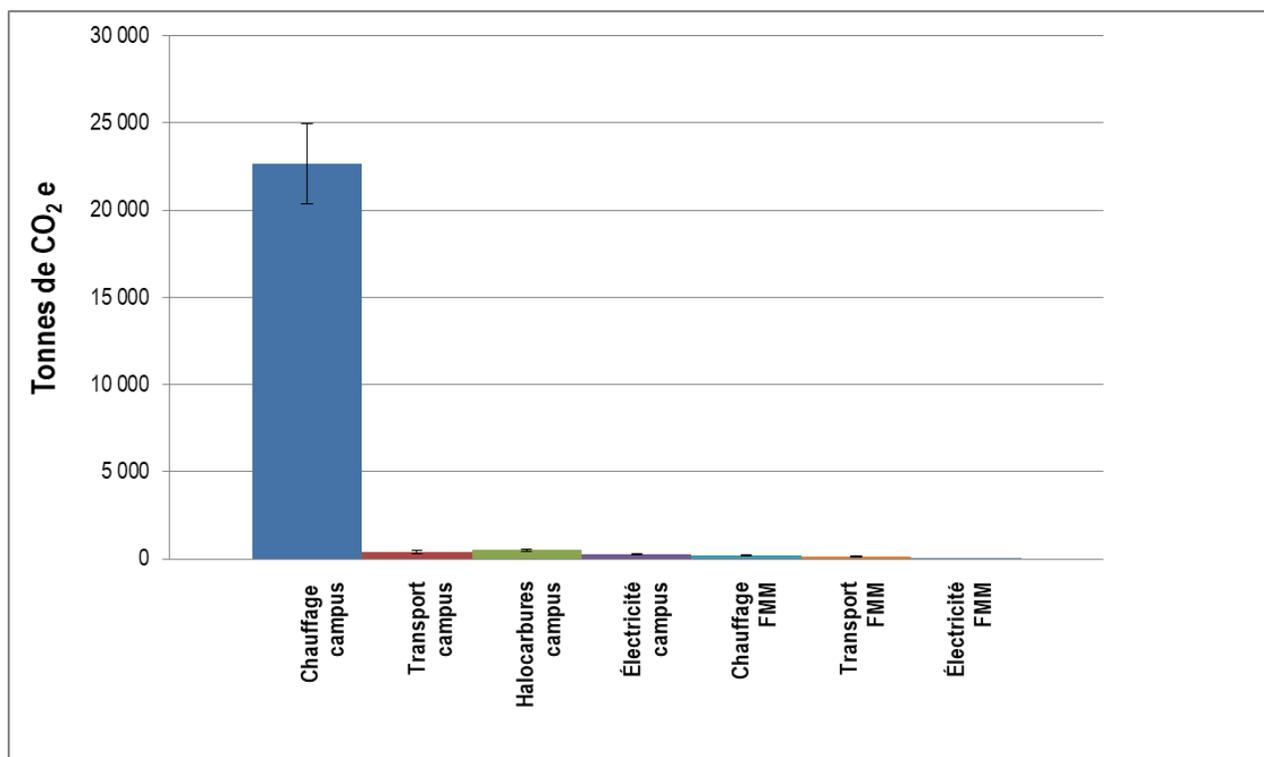


Figure 1 : Quantité de GES émise en 2016-2017 et incertitude en fonction de la catégorie

Tableau 7 : Quantité de GES émise en 2016-2017 en fonction de la catégorie et incertitude associée aux résultats

Catégories		Émissions annuelles pour 2016-2017 (t CO ₂ e)	
		Valeur calculée	Incertitude
Catégorie 1 Émissions directes reliées aux opérations sur le campus	Chauffage	22 663	± 2 266
	Transport interne	395	± 69
	Halocarbures	503	± 50
Catégorie 2 Émissions indirectes reliées à l'énergie sur le campus	Électricité	258	± 26
Catégorie 1 Émissions directes reliées aux opérations à la Forêt Montmorency	Chauffage Forêt Montmorency	215	± 22
	Transport interne Forêt Montmorency	151	± 26
Catégorie 2 Émissions indirectes reliées à l'énergie sur le campus	Électricité Forêt Montmorency	2	± 0
Total des émissions brutes (campus et Forêt Montmorency)		24 187	± 2 460

Tableau 8 : Émissions de GES par catégorie et par type de GES pour 2016-2017

Catégories		Émissions annuelles pour 2016-2017			
		CO ₂ (t CO ₂ e)	CH ₄ (t CO ₂ e)	N ₂ O (t CO ₂ e)	HFC (t CO ₂ e)
Catégorie 1 Émissions directes reliées aux opérations sur le campus	Chauffage	22 539,5	12,3	111,6	N/A
	Transport interne	389,6	3,0	2,2	N/A
	Halocarbures	N/A	N/A	N/A	503,5
Catégorie 2 Émissions indirectes reliées à l'énergie sur le campus	Électricité	257,9	N/A	N/A	N/A
Total des émissions calculées pour le campus		23 186,9	15,3	113,8	503,5
Catégorie 1 Émissions directes reliées aux opérations à la Forêt Montmorency	Chauffage Forêt Montmorency	213,9	0,1	1,1	N/A
	Transport interne Forêt Montmorency	148,6	1,2	1,0	N/A
Catégorie 2 Émissions indirectes reliées à l'énergie sur le campus	Électricité Forêt Montmorency	1,7	N/A	N/A	N/A
Total des émissions calculées pour la Forêt Montmorency		364,2	1,3	2,1	N/A
Total des émissions brutes (campus et Forêt Montmorency)		23 551,1	16,6	115,9	503,5

Conclusion

En résumé, le bilan partiel des émissions brutes de GES de l'Université Laval est de 24 187 tonnes de CO₂ équivalent pour l'année 2016-2017, ce qui représente une baisse de 12 315 tonnes de CO₂ équivalent, soit 34%, par rapport à l'année 2006. Grâce aux différentes méthodes de réduction et compensation des émissions utilisées par l'Université depuis les dernières années, le bilan des émissions nettes est quant à lui de 0 tonne de CO₂ équivalent.

Comme lors des bilans précédents, la diminution des émissions de GES par rapport à 2006 est en bonne partie due à l'ajout de la fourniture électrique pour le chauffage qui a permis de réduire la consommation d'huile no 6. En 2016-2017, différentes circonstances ont causé une diminution importante des émissions de GES liées au chauffage. Certaines de ces diminutions devraient rester constantes dans le futur (liées à l'amélioration de la méthodologie et de certains processus de gestion), alors que les émissions d'autres sous-catégories devraient rester relativement similaires d'un bilan à l'autre.

L'Université Laval poursuit sa lutte aux changements climatiques et maintient la carboneutralité du campus. Au cours des prochaines années, elle continuera à limiter les quantités de GES émises dans le cadre de ses opérations quotidiennes et à mettre en œuvre des mesures d'efficacité énergétique. Pour plus d'informations, consulter le [plan de lutte aux changements climatiques 2015-2018 de l'Université Laval](#).

Annexe 1 : Précisions concernant les bâtiments inclus dans le bilan des émissions de GES

Les quantités brutes de combustibles et d'électricité utilisées dans le présent bilan sont tirées de la Compilation des relevés énergétiques remise chaque année par l'Université Laval au Ministère de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche du Québec. Cette compilation est basée sur les factures de livraison des différents combustibles ainsi que sur les factures d'Hydro-Québec pour l'électricité.

Le tableau suivant précise quelles données extraites de la compilation ont été utilisées dans le cadre du bilan des émissions de GES. La liste des bâtiments ci-dessous n'énumère que les bâtiments pris en compte dans le bilan (voir la section Méthodologie pour plus de détails sur les critères d'inclusion). Pour chacun de ces bâtiments, lorsque la case liée à un type de combustible ou à l'électricité est cochée, cela signifie qu'une donnée de la Compilation des relevés énergétiques ne faisant référence qu'à ce bâtiment a été prise en compte. Il est à noter que pour le gaz naturel et l'électricité, la majorité des bâtiments sont toutefois regroupés en une seule donnée nommée « Cité universitaire » qui regroupe la majorité des bâtiments du campus et n'est pas décomposable par bâtiment. Dans le cas du diesel pour génératrices, certains pavillons qui possèdent une génératrice ne sont pas cochés; cela signifie simplement qu'aucun remplissage de génératrice n'a été effectué dans ce pavillon au cours de l'année 2016-2017.

Tableau 9 : Détail des bâtiments pris en compte en 2016-2017 pour chaque type de combustible et pour l'électricité

Bâtiment		Combustibles et électricité					
		Gaz naturel	Huile no6	Huile no2	Diesel pour génératrices	Propane	Électricité
Campus	Cité universitaire (données communes)	x					x
	Abitibi-Price				x	x	
	Adrien-Pouliot				x	x	
	Agathe-Lacerte						
	Alexandre-Vachon				x	x	
	Alphonse-Desjardins et Maurice-Pollack				x		
	Alphonse-Marie-Parent				x		
	Centrale d'eau refroidie				x		
	Centre des infrastructures informatiques (CII)				x		
	Centre des matières dangereuses	x					
	Charles-De Koninck				x		
	Charles-Eugène-Marchand				x	x	
	Envirotron				x	x	
	Envirotron (serres haute performance)					x	
	Ernest-Lemieux						
	Félix-Antoine-Savard				x		
	Ferdinand-Vandry				x		
	Gérard-Bisaillon (centrale d'énergie)		x		x	x	
	Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF)				x		
	H-Biermans-L.-Moraud						
Jean-Charles-Bonenfant				x			

	Gene-H.-Kruger				x	x	
	La Laurentienne-J.-A.-DeSève				x		
	Louis-Jacques-Casault				x		
	Médecine dentaire				x	x	
	Palais-Prince				x		
	Paul-Comtois				x	x	
	Pavillon de l'Est	x					x
	Pavillon des services	x			x	x	
	Pavillon d'optique-photonique (COPL)				x		
	PEPS				x		
	Sciences de l'éducation				x		
	Serres Horti-Sud						x
	Stade TELUS						
Forêt Montmorency	Forêt Montmorency (données communes)			x	x	x	
	Garage			x			x
	Auberge						x
	Hameau						x
	Station météorologique						x
	Usine d'épuration						x
	Route 175, km 103						x
	Route 175, km 105						x

Annexe 2 : Facteurs d'émissions et valeurs de potentiel de réchauffement climatique utilisés pour le bilan 2016-2017

Tableau 10 : Facteurs d'émissions utilisés pour la combustion stationnaire et mobile

Type de combustion	Type de combustible	Facteurs d'émissions utilisés		
		CO ₂ (g/L)	CH ₄ (g/L)	N ₂ O (g/L)
Combustion stationnaire (chauffage et autre)	Mazout lourd (no6)	3 156	0,057	0,064
	Mazout léger (no2) et diesel de chauffage	2 753	0,026	0,031
	Gaz naturel	1,887	0,000037	0,000035
	Propane	1 515	0,024	0,108
Combustion mobile (transport interne)	Voitures et camionnettes à essence*	2 316	0,14	0,022
	Véhicules hors-route à essence	2 316	2,7	0,05
	Voitures et camionnettes au diesel*	2 690	0,051	0,22
	Véhicules lourds au diesel**	2 690	0,14	0,082

*Les facteurs d'émissions retenus pour les voitures et camionnettes à l'essence ou au diesel sont ceux pour les véhicules construits en 2004 ou plus récemment puisque ces derniers sont majoritaires dans la flotte universitaire.

**Les facteurs d'émissions retenus pour les véhicules lourds au diesel sont ceux pour les véhicules construits avant 2004 puisque ces derniers sont majoritaires dans la flotte universitaire.

Tableau 11 : Facteur d'émissions utilisé pour la consommation d'électricité produite dans la province de Québec

	Facteur d'émission utilisé
	(g CO ₂ éq/kWh)
Électricité produite au Québec	1,8

Tableau 12 : Valeurs de potentiel de réchauffement climatique utilisées pour tous les GES inclus dans le bilan

Gaz à effet de serre	Formule chimique	Potentiel de réchauffement climatique - Forçage cumulé sur 100 ans*
Dioxyde de carbone	CO ₂	1
Méthane	CH ₄	28
Oxyde nitreux	N ₂ O	265
HFC-32	CH ₂ F ₂	677
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3 170
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1 300
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4 800
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	138

*Les valeurs utilisées pour calculer les bilans de GES depuis 2012-2013 sont tirées du 5^e rapport du Groupe intergouvernemental d'experts sur le climat (GIEC), alors que les valeurs utilisées pour calculer les bilans précédents étaient tirées du 2^e rapport du GIEC. L'effet de ces différences sur les résultats est toutefois négligeable.

Source pour les tableaux 10 et 11 : *National Inventory Report 1990-2015* (Environnement Canada 2017)

Source pour le tableau 12 : *IPCC Fifth Assessment Report*, Intergovernmental Panel on Climate Change 2014

Annexe 3 : Évolution des émissions de GES entre 2000 et 2016-2017

Les données utilisées sont celles du campus seulement pour permettre une meilleure comparaison entre les bilans, puisque les données de la Forêt Montmorency sont incomplètes avant 2012-2013.

Tableau 13 : Évolution des émissions de GES sur le campus par catégorie de 2000 à 2016-2017

Catégories		% du total des émissions annuelles*								
		2000	2006	2007	2010	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Catégorie 1 - Émissions directes reliées aux opérations	Chauffage	98,3%	97,3%	94,9%	97,9%	97,5%	98,1%	97,4%	96,3%	95,1%
	Transport interne	0,7%	0,7%	1,0%	1,0%	0,8%	0,8%	0,7%	1,4%	1,7%
	Halocarbures*	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	1,1%	2,1%
Catégorie 2 - Émissions indirectes reliées à l'énergie	Électricité	0,9%	2,0%	4,1%	1,0%	1,7%	1,1%	1,3%	1,2%	1,1%

*Les halocarbures n'ont pas été comptabilisés dans les bilans de GES avant 2014-2015.

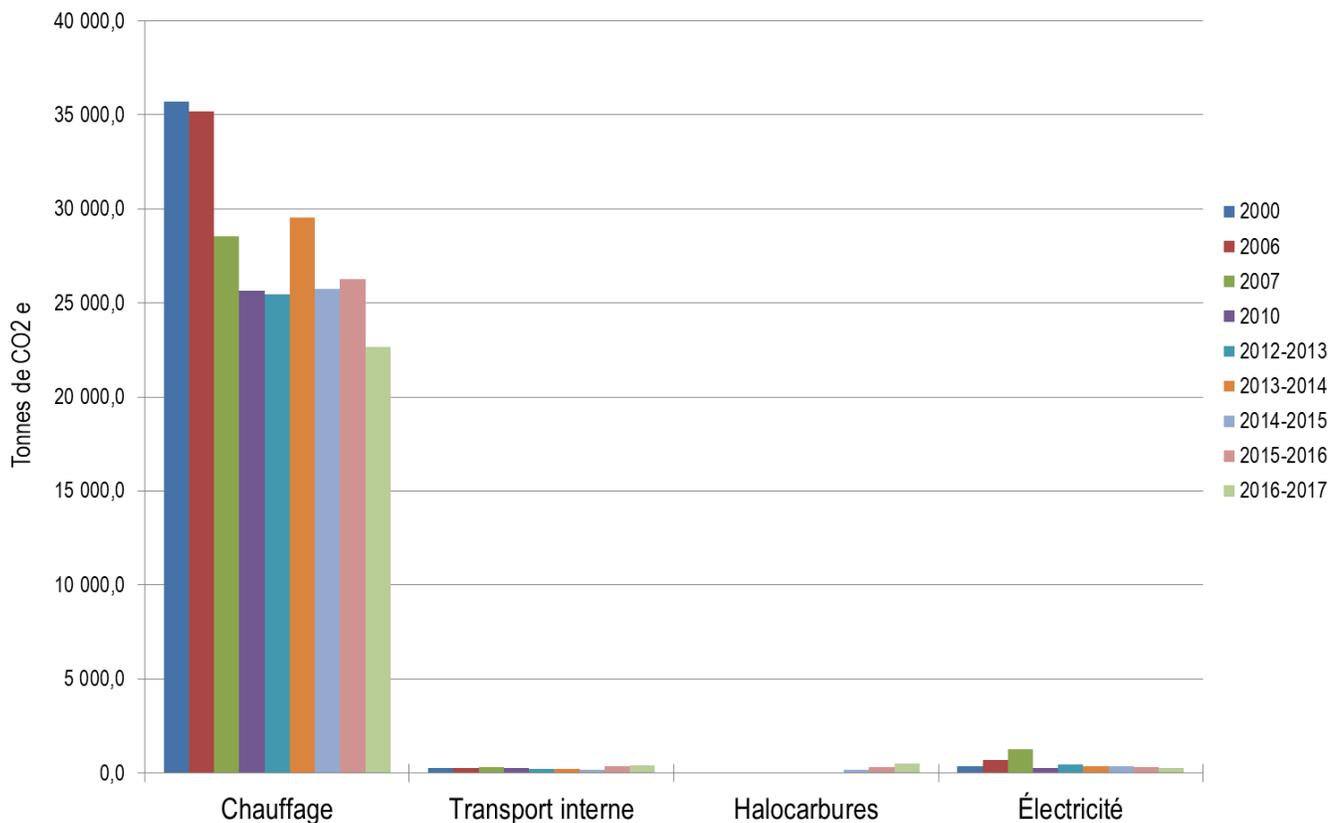


Figure 2 : Émissions de CO₂ équivalent sur le campus par catégorie et par année

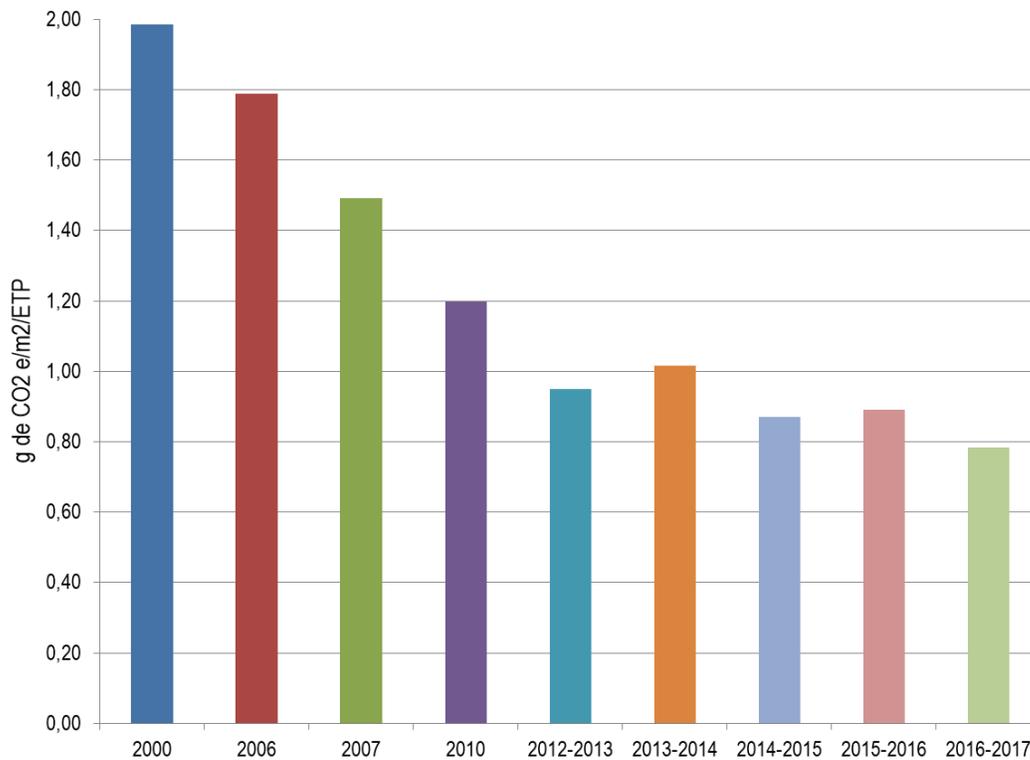


Figure 3 : Grammes de CO₂ équivalent total par unité de surface par personne

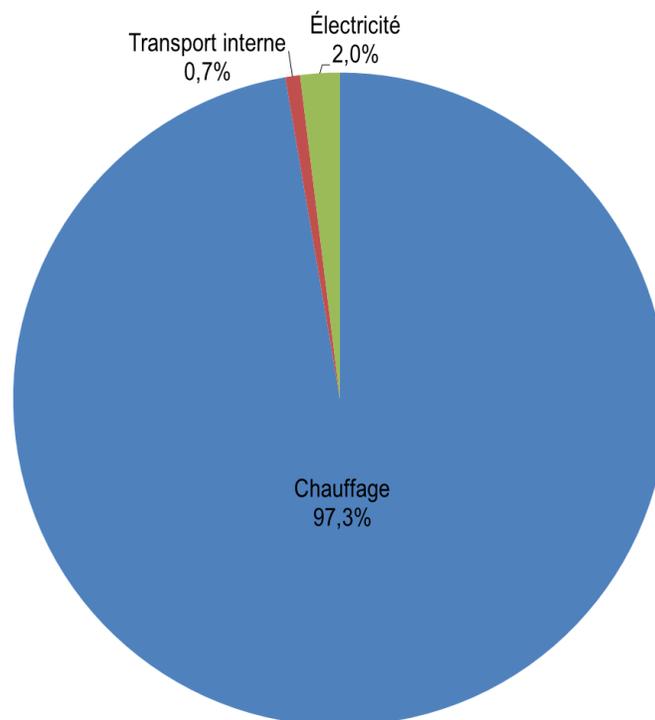


Figure 4 : Répartition des émissions du campus pour l'année 2006 (36 142 tonnes de CO₂ équivalent)

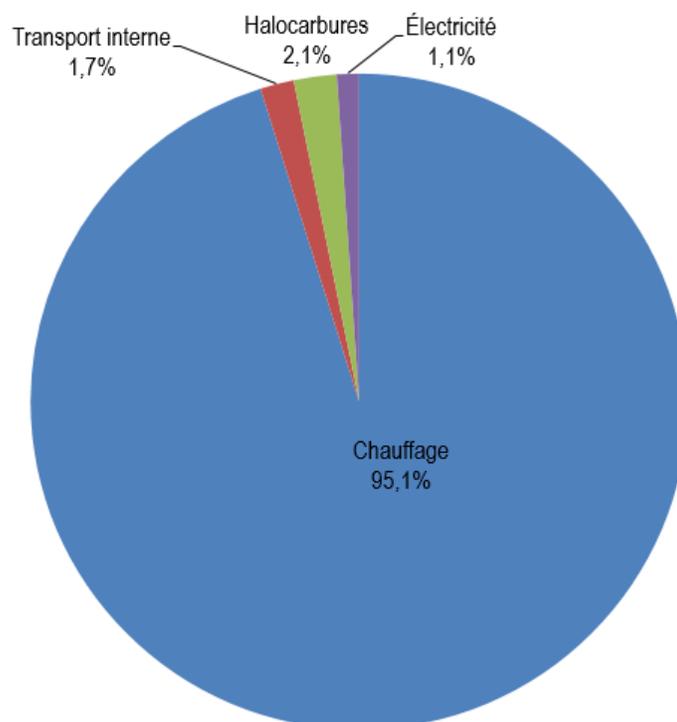


Figure 5 : Répartition des émissions du campus pour l'année 2016-2017 (23 820 tonnes de CO₂ équivalent)

Annexe 4 : Degrés-jours de chauffage

Les données présentées ont été établies par Environnement Canada selon une température de référence de 18°C.

Tableau 14 : Moyenne et normale des degrés-jours de chauffage annuels à l'aéroport Jean-Lesage (Québec) de 2000 à 2016-2017

	Degrés-jours de chauffage
Normale*	5 202,0
2000	5 006,9
2006	4 497,4
2007	5 022,0
2010	4 356,5
2012-2013	4 726,5
2013-2014	5 458,2
2014-2015	5 304,4
2015-2016	4 600,5
2016-2017	4 705,9

* Calculée par Environnement Canada selon les données climatiques 1971-2000.

Source : Environnement Canada

Annexe 5 : Évolution de la consommation brute d'électricité sur le campus en kWh

Les données utilisées sont celles du campus seulement pour permettre une meilleure comparaison entre les années, puisque les données de la Forêt Montmorency ne sont pas disponibles avant 2012-2013.

Tableau 15 : Évolution de la consommation brute d'électricité sur le campus en kWh de 2000 à 2016-2017

Année	Consommation d'électricité (kWh)
2000	110 736 471
2006	117 600 198
2007	124 665 507
2010	135 014 855
2012-2013	129 593 919
2013-2014	137 503 705
2014-2015	140 202 830
2015-2016	140 467 155
2016-2017	143 274 325

Annexe 6 : Indicateurs de performance

Les données utilisées sont celles du campus seulement pour permettre une meilleure comparaison entre les bilans, puisque les données de la Forêt Montmorency sont incomplètes avant 2012-2013.

Tableau 16 : Évolution des indicateurs de performance de 2000 à 2016-2017

	2000	2006	2007	2010	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	Évolution sur la période 2006-2017
Population étudiante	25 684	27 741	27 393	28 754	35 336	36 244	37 055	37 360	37 067	34%
Population employée	4 040	5 010	5 137	5 118	5 179	5 207	5 402	5 341	5 390	8%
Effectif temps plein (ETP)	29 724	32 751	32 530	33 872	40 515	41 451	42 457	42 701	42 457	30%
Superficie en bâtiments (m ²)	615 511	617 345	619 857	646 413	679 150	715 523	715 523	716 691	716 620	16%
Indicateurs par catégorie d'émissions										
Total (t de CO ₂ e/ETP)	1,22	1,10	0,92	0,77	0,65	0,73	0,62	0,64	0,56	-49%
Total (g de CO ₂ e/m ² /ETP)	1,99	1,79	1,49	1,20	0,95	1,02	0,87	0,89	0,78	-56%
Chauffage (t de CO ₂ e/m ²)	0,058	0,057	0,046	0,040	0,038	0,041	0,036	0,037	0,032	-44%