

École polytechnique de Louvain

Bilan Carbone de l'UCLouvain : méthodologie, résultats et plan d'action

Auteur: **Camille MEYERS**

Promoteurs: **Hervé JEANMART, Didier SMITS**

Lecteurs: **Matthieu DUPONCHEEL, Pierre DEFOURNY**

Année académique 2018–2019

Master [120] : ingénieur civil mécanicien

Remerciements

Ce travail de fin d'étude est le fruit de nombreuses années d'apprentissage en continu.

En premier lieu, je tiens à remercier mes promoteurs, le Prof. Hervé JEANMART et M. Didier SMITS. Leurs portes étaient toujours ouvertes chaque fois que je rencontrais un problème ou me posais une question sur mon travail. Ils m'ont guidée dans la bonne direction de notre première réunion à la toute dernière.

Je tiens également à remercier les lecteurs, le Dr. Matthieu DUPONCHEEL et le Prof. Pierre DEFOURNY, qui ont gracieusement accepté de prendre part à ce travail.

Je remercie le personnel de l'UCLouvain qui a pris le temps de m'aider dans mes recherches d'informations, et plus particulièrement le Prof. David BOL.

Enfin, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mes parents pour leur soutien et leurs encouragements continus tout au long de mon processus d'apprentissage, d'étude, de recherche et de rédaction de ce mémoire. Cet accomplissement n'aurait pas été possible sans eux.

Abstract

Les activités humaines, reposant principalement sur l'utilisation d'énergies fossiles, augmentent les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Dans ce contexte de réchauffement climatique, l'Université catholique de Louvain désire structurer sa politique environnementale, et s'engager dans le développement durable. Afin de déterminer les actions qui seront les plus pertinentes et les postes les plus émetteurs de gaz à effet de serre, l'Université a pris la décision d'établir son bilan carbone.

Pour ce faire, la méthodologie Bilan Carbone[®] est suivie. Les émissions des cinq sites principaux de l'Université ont été étudiées pour l'année 2017, et les hypothèses utilisées sont clairement définies afin d'inscrire le bilan dans le futur.

Les résultats obtenus montrent que les émissions proviennent principalement du déplacement des étudiants et du personnel, ainsi que de la consommation d'énergie des bâtiments. À partir de cela, plusieurs scénarios visant à diminuer les émissions liées aux déplacements ont été simulés, afin de déterminer leur réel impact. Il en résulte que chaque scénario pris individuellement n'a pas de réel effet, il faudra donc les regrouper pour atteindre des diminutions significatives.

Table des matières

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introduction | 9 |
| 1.1 | Contexte | 9 |
| 1.2 | Objectifs | 10 |
| 1.3 | Structure | 10 |
| 2 | État de l'art | 11 |
| 2.1 | CO ₂ équivalent | 11 |
| 2.2 | Méthodes | 12 |
| 2.3 | Bilans d'autres universités | 13 |
| 3 | Méthodologie | 15 |
| 3.1 | Définition du périmètre | 15 |
| 3.2 | Secteurs étudiés | 17 |
| 3.3 | Collecte de données | 17 |
| 3.4 | Traitement des données | 20 |
| 3.4.1 | Énergie | 20 |
| 3.4.2 | Intrants | 21 |
| 3.4.3 | Déchets directs | 22 |
| 3.4.4 | Déplacements | 23 |
| 3.4.5 | Immobilisation | 26 |
| 3.4.6 | Data | 28 |
| 4 | Résultats | 29 |
| 4.1 | Résultats globaux | 29 |
| 4.2 | Analyse par secteur | 30 |
| 4.2.1 | Énergie | 33 |
| 4.2.2 | Intrants | 34 |
| 4.2.3 | Déchets directs | 34 |
| 4.2.4 | Déplacements | 34 |
| 4.2.5 | Immobilisation | 38 |
| 4.2.6 | Data | 39 |
| 4.3 | Analyse par site et par personne | 39 |
| 4.3.1 | Par personne | 39 |
| 4.3.2 | Par site | 39 |
| 5 | Comparaison | 41 |
| 5.1 | Autres universités | 41 |
| 5.2 | Bilan UCLouvain 2009 | 42 |
| 6 | Plan d'action mobilité | 45 |
| 6.1 | Pistes de progrès | 45 |
| 6.1.1 | Problématiques | 45 |
| 6.1.2 | Court terme | 46 |
| 6.1.3 | Long terme | 46 |

| | |
|---|-----------|
| 6.2 Simulations | 46 |
| 7 Améliorations | 49 |
| 8 Conclusion | 51 |
| Bibliographie | 53 |
| A Personnes de contact | 55 |
| B Calcul de l'incertitude | 57 |
| C Enquête mobilité 2017 | 59 |
| D Graphes des navettes | 61 |
| D.1 Déplacements des employés de LEW | 61 |
| D.2 Déplacements des étudiants de LEW | 62 |
| D.2.1 Trajet domicile - kot | 62 |
| D.2.2 Trajet résidence - LEW | 62 |

Chapitre 1

Introduction

Le changement climatique est l'un des problèmes économiques, sociaux et environnementaux majeurs auxquels nous sommes confrontés aujourd'hui. En effet, l'activité humaine (déplacements, construction, utilisation d'énergies fossiles, ...) engendre un effet de serre additionnel qui amplifie l'effet de serre naturel de la planète. Depuis un siècle et demi, la concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère ne cesse d'augmenter, au point que les scientifiques [1] prévoient des hausses de températures importantes pouvant avoir des conséquences dramatiques pour nos sociétés.

C'est dans ce cadre qu'ont émergé plusieurs traités afin de minimiser la hausse des températures. Avec tout d'abord le Protocole de Kyoto [2] en 2006 qui rend effectif l'objectif de stabilisation des émissions nationales de GES (diminution de 5%), sur la période de 2008 à 2012, par rapport à leurs niveaux de 1990. Plus localement, en 2012, le Parlement wallon a adopté le décret climat [3], celui-ci impose au territoire wallon une réduction des émissions de GES de 30% d'ici à 2020 par rapport à 1990 et de 80 à 95% d'ici à 2050.

Dans ce contexte, l'Université catholique de Louvain (UCLouvain) a pris les devants et espère dépasser les objectifs imposés d'ici à 2020. Elle a décidé d'établir son bilan carbone afin de pouvoir analyser l'évolution de ses émissions au mieux et de pouvoir prendre les décisions nécessaires pour réduire celles-ci.

1.1 Contexte

Comme énoncé ci-avant, le décret climat impose aux établissements wallons de diminuer leurs émissions de GES de 30% d'ici 2020. L'UCLouvain a donc tout intérêt à quantifier ses émissions régulièrement et de manière exhaustive. De cette façon, l'Université pourra analyser facilement l'évolution de celles-ci.

En vue d'évaluer ces émissions, il faut établir ce que l'on appelle un bilan de GES. Ce bilan [4] est une évaluation de la quantité de gaz à effet de serre émise dans l'atmosphère sur une année par les activités d'une organisation ou d'un territoire.

Les émissions de l'entité sont ordonnées selon des catégories prédéfinies appelées « postes ». Ce classement permet d'identifier les postes d'émissions où la contrainte carbone est la plus forte. C'est sur ces postes que doivent porter les stratégies énergétiques et environnementales de l'entité réalisant son bilan pour réduire ses émissions.

1.2 Objectifs

Les objectifs visés sont multiples. Ils peuvent être divisés en deux catégories, ceux uniquement recherchés par ce travail et ceux recherchés de manière plus générale par l'Université.

Les objectifs de ce travail :

- **Dresser le bilan carbone de l'UCLouvain** : le but premier du travail est d'obtenir l'empreinte carbone de l'UCLouvain et de ses différents sites. Le bilan pourra ensuite être analysé afin de déterminer les postes les plus émetteurs de GES.
- **Établir une méthodologie durable** : lors de ce travail, une méthodologie et des hypothèses seront posées. Le but de celles-ci est qu'elles soient réutilisées lors de bilans futurs, et ce afin de pouvoir analyser l'évolution des émissions de manière optimale.
- **Constituer et analyser un premier plan d'action** : enfin, le dernier objectif visé est d'établir un plan d'action et d'analyser leurs impacts individuels sur le bilan. Les simulations réalisées permettront de visualiser quelles décisions engendreraient la ou les plus grande(s) diminution(s) d'émissions.

Les objectifs visés par l'UCLouvain de manière plus générale sont résumés ici :

- **Structurer sa politique environnementale** : l'Université s'engage pour le développement durable depuis plusieurs années déjà, elle voudrait maintenant structurer sa politique. Pour ce faire elle a créé en 2016 le conseil du développement durable (CoDD), ce conseil a pour fonction de maintenir une vue d'ensemble active et exhaustive sur le développement durable à l'Université. C'est d'ailleurs le CoDD qui a demandé l'élaboration du bilan carbone en premier lieu. Ce bilan aidera donc à prendre des décisions réfléchies, mais également à développer les indicateurs de développement durable.
- **Identifier les actions à mettre en place afin de diminuer ses émissions** : le bilan permettra de mettre en avant les postes les plus émetteurs de GES. À partir de ces résultats, des décisions adéquates pourront être prises afin de diminuer au maximum ses émissions.

1.3 Structure

Le rapport écrit est structuré comme suit :

1. **État de l'art** : ce chapitre explique plus en détails ce que représente un bilan carbone et la manière de le calculer. Les bilans établis par d'autres universités, ainsi que celui établi en 2009 pour l'UCLouvain y seront analysés.
2. **Méthodologie** : les hypothèses de calcul ainsi que la méthode suivie lors du bilan y seront exposées. C'est également dans ce chapitre que les périmètres étudiés seront définis.
3. **Résultats** : ce chapitre présente les résultats du bilan. Chaque poste d'émissions sera analysé, et ce afin de déterminer la provenance de ces émissions.
4. **Comparaison** : les résultats obtenus seront comparés avec ceux d'autres universités belges, afin de vérifier leur légitimité et en faisant attention qu'il est très laborieux de comparer deux bilans carbonés. Ils seront également comparés aux chiffres obtenus en 2009.
5. **Plan d'action mobilité** : des solutions aux problèmes de mobilité y sont présentées. Certaines d'entre elles sont analysées afin de déterminer leur impact sur le bilan.
6. **Améliorations** : le bilan obtenu y est critiqué afin d'améliorer la qualité et la pertinence de ses versions ultérieures.
7. **Conclusion** : finalement, chaque partie du travail est passée en revue. Les pistes pour améliorer le bilan seront également rappelées.

Chapitre 2

État de l'art

Ce chapitre décrit l'unité créée afin de comparer les impacts des différents GES en matière de réchauffement climatique et de pouvoir cumuler leurs émissions. Il contient également une vue d'ensemble des différentes méthodes utilisées afin d'établir une empreinte carbone. Enfin, les bilans élaborés par d'autres universités seront analysés. Le tout servira de base à la démarche utilisée pour le bilan de l'UCLouvain.

2.1 CO₂ équivalent

Les différents GES se distinguent entre autres par la quantité d'énergie qu'ils sont capables d'absorber et par leur « durée de vie » dans l'atmosphère [5]. L'« équivalent CO₂ (CO₂e) » est une unité créée par le GIEC pour comparer les impacts de ces différents GES en matière de réchauffement climatique et pouvoir cumuler leurs émissions. Il s'agit d'un outil simplifié qui permet d'identifier des actions prioritaires pour lutter contre le réchauffement climatique.

Concrètement, l'équivalent CO₂ consiste à attribuer pour une période de temps donnée un « potentiel de réchauffement global » (PRG) différent pour chaque gaz par rapport au CO₂ qui sert d'étalon (et dont le PRG est donc fixé à 1).

Une des complexités de cet équivalent provient du fait que les différents GES ont des effets différents dans le temps. Leur PRG doit donc toujours être calculé par rapport à une échelle de temps donnée : une tonne de méthane a un PRG de 28 sur une échelle de 100 ans mais de 84 sur une échelle de 20 ans [5, 6], compte tenu de sa plus courte durée de vie estimée dans l'atmosphère par rapport au CO₂. Pour toutes les méthodes citées dans la section suivante, l'échelle de temps utilisée est de 100 ans. La valeur des PRG des principaux GES est reprise dans le tableau ci-dessous.

| Gaz à effet de serre | PRG à 100 ans |
|---|---------------|
| Dioxyde de carbone (CO ₂) | 1 |
| Méthane (CH ₄) | 28 |
| Protoxyde d'azote (N ₂ O) | 265 |
| Hexafluorure de soufre (SF ₆) | 26 100 |
| Trifluorure d'azote NF ₃ | 16 100 |

TABLE 2.1 – PRG à 100 ans des principaux GES

L'empreinte carbone d'une organisation est donc exprimée en tonnes d'équivalent CO₂ (tCO₂e).

2.2 Méthodes

Plusieurs méthodes sont aujourd'hui disponibles afin de comptabiliser et de déclarer ses émissions carbone. Ces méthodes se différencient principalement par leur statut (norme, référentiel privé, ...), leur champ d'application (périmètres couverts) et leur cible (entreprise, approche sectorielle, collectivité ou territoire) [7]. Dans cette section seront exposées les trois méthodes les plus utilisées dans nos régions : les normes ISO 14064-1 et 14069, le GHG (GreenHouse Gas) Protocol et la méthode Bilan Carbone[®]. Les deux dernières méthodes sont liées aux normes ISO. Le GHG Protocol a servi de base à leurs élaborations et la méthode Bilan Carbone[®] permet de déclarer ses émissions dans le format prescrit par celles-ci.

Les normes ISO 14064-1 et 14069 spécifient, pour les organisations, les principes et les exigences pour la quantification et la rédaction de rapports sur les émissions et suppression de GES.

Ensuite, le GHG Protocol est une méthode de comptabilisation et de déclaration des émissions de GES pour les entreprises. Elle a été développée par le World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) et le World Resources Institutes (WRI), en partenariat avec des entreprises, des ONG et des représentants d'états. Cette méthode a servi de base à l'élaboration de la norme ISO 14064-1.

Enfin, tout comme le GHG Protocol, la méthode Bilan Carbone[®] fait référence à une démarche de comptabilisation et de réduction des émissions de GES. Elle prend en compte les GES définis par le GIEC pour l'ensemble des flux physiques sans lesquels le fonctionnement de l'organisation ne serait pas possible. Cette méthode permet donc aux entreprises et collectivités territoriales de réaliser une évaluation globale des émissions GES, c'est-à-dire que celles-ci soient directes ou indirectes. Elle permet également de déclarer les émissions selon le canevas de l'ISO 14064-1 ou le canevas du GHG Protocol.

Toutes ces méthodes se ressemblent très fortement, leur différence principale réside dans la manière de retranscrire les émissions et de les diviser dans des postes distincts. Toutefois, elles définissent toutes trois, trois catégories d'émissions identiques [8] :

- **Émissions directes de GES (ou SCOPE 1)** : émissions directes provenant des installations fixes ou mobiles situées à l'intérieur du périmètre organisationnel, c'est-à-dire émissions provenant des sources détenues ou contrôlées par l'organisme.
- **Émissions à énergie indirectes (ou SCOPE 2)** : émissions indirectes associées à la production d'électricité, de chaleur ou de vapeur importée pour les activités de l'organisation.
- **Autres émissions indirectes (ou SCOPE 3)** : les autres émissions indirectement produites par les activités de l'organisation qui ne sont pas comptabilisées au scope 2 mais qui sont liées à la chaîne de valeur complète comme par exemple : l'achat de matières premières, de services ou autres produits, déplacements des salariés, transport amont et aval des marchandises, gestions des déchets générés par les activités de l'organisme, utilisation et fin de vie des produits et services vendus, immobilisation des biens et équipements de productions...

La méthode utilisée pour ce travail est la méthode Bilan Carbone[®], pour laquelle une formation spécifique¹ a été suivie.

1. Organisée par l'Institut de Formation Carbone (IFC), diffuseur exclusif de toutes les formations à la méthode Bilan Carbone[®].

2.3 Bilans d'autres universités

Cette section décrit les périmètres pris en compte par d'autres universités. Ce travail sert de base à la méthode utilisée afin de déterminer le périmètre le plus adapté au bilan carbone d'une université.

Les universités belges ayant déjà calculé leur empreinte carbone en suivant l'une des trois méthodes citées ci-dessus sont la KULeuven (2010) [9], la VUB (2016) [10], l'ULiège et l'ULB (2016) [11], les deux premières ont rendu leurs rapports publics². L'UCLouvain a établi un premier bilan carbone en 2009, aucune méthode spécifique n'a été suivie. Les étudiants responsables du projet se sont inspirés de ce que d'autres universités avaient déjà fait. Aux universités belges s'ajoutent deux universités étrangères, l'Erasmus University Rotterdam (EUR) et l'université d'Artois (Artois) à Arras en France. L'EUR a établi son bilan en 2016 selon le GHG Protocol [12] et Artois en 2010 selon la méthodologie Bilan Carbone® [13].

Énergie Ici la VUB et l'UCLouvain prennent le même périmètre en compte, c'est à dire l'énergie consommée pour les bâtiments académiques, administratifs et les logements appartenant à l'université. La KULeuven considère en plus les logements étudiants n'appartenant pas à l'université. Pour l'EUR et l'Artois, il n'est pas précisé s'ils prennent les logements en compte ou non.

Non-énergie La KULeuven, la VUB, l'EUR et l'Artois tiennent toutes compte des fuites de gaz des appareils réfrigérants, l'UCLouvain non.

Déchets Pareil que pour l'énergie. En plus, la KULeuven et l'Artois prennent en compte les émissions dues au traitement des eaux usées, la VUB les considère négligeables.

Transport de personnes Toutes prennent en compte les navettes quotidiennes des étudiants et des employés, le fuel consommé par les véhicules de l'université et les déplacements professionnels des employés. La VUB, la KULeuven et l'Artois prennent en compte le déplacement des étudiants en mobilité internationale et en plus la KULeuven considère les déplacements de son personnel venant d'un pays étranger. L'Artois prend également en compte les déplacements des étudiants lorsqu'ils sont en stage à l'étranger.

Fret Uniquement la VUB incorpore dans son bilan les émissions dues au transport des déchets³.

Intrants La KULeuven inclut dans cette catégorie les repas aux restaurants universitaires ainsi qu'aux résidences des étudiants, elle inclut également l'achat de papier et de matériel informatique. La VUB prend en compte les repas dans ses restaurants et l'achat de papier et de matériel de bureau. L'UCLouvain par contre ne considère que l'achat de papier. L'Artois prend en compte l'achat de papier, de matériel informatique, d'aliments pour les restaurants, de produits chimiques, ... L'EUR ne prend pas ce poste d'émissions en compte.

Immobilisation La VUB et l'Artois prennent en compte l'immobilisation de leurs bâtiments, de leurs parkings, voitures, meubles et de leur matériel informatique. La KULeuven ne considère que ses bâtiments. L'UCLouvain et l'EUR ne considèrent rien.

2. Les deux universités ont fait appel à des organisations spécialisées dans l'audit énergétique et environnemental afin de les aider dans l'élaboration de leurs bilans.

3. Souvent le transport des déchets est pris en compte dans la facteur d'émission des traitements des déchets, il ne faut donc pas le prendre en compte deux fois.

Le périmètre est donc très différent pour les cinq bilans. C'est pour cela qu'il n'est pas prudent de comparer les émissions d'un établissement à l'autre. Les hypothèses de chacun varient également fortement, il n'est de ce fait pas pertinent de rapprocher les résultats, même si l'analyse est réalisée poste par poste.

La suite du travail est fondée sur ces analyses ainsi que sur la formation à la méthodologie Bilan Carbone[®].

Chapitre 3

Méthodologie

La démarche à suivre afin d'établir une empreinte carbone selon la méthodologie Bilan Carbone[®] est la suivante :

1. Détermination du périmètre d'étude ;
2. Sélection des secteurs impactés ;
3. Collecte et traitement des données ;
4. Analyse des résultats ;
5. Établissement d'un plan d'action.

Dans cette partie du rapport, les trois premiers points seront détaillés.

3.1 Définition du périmètre

Il faut tout d'abord rappeler que dans un premier temps, le but recherché d'un bilan carbone n'est pas de le minimiser à tout prix, quitte à omettre certains postes d'émissions. L'objectif est qu'il soit le plus exact possible, la phase de minimisation vient par après. Dans ce but, il est important de bien définir le périmètre de l'étude. Le bilan pourra ensuite être correctement comparé aux bilans futurs ou précédents, en sachant que la même méthode et le même périmètre ont été utilisés.

Trois périmètres sont à prendre en compte [8] :

- Le périmètre **temporel** : il définit la période de temps considérée pour le bilan.
- Le périmètre **organisationnel** : il définit les sites et installations pris en compte dans le bilan.
- Le périmètre **opérationnel** : il s'agit ici de définir les sources d'émissions qui vont être prises en compte dans le bilan. Ce périmètre correspond aux catégories et postes d'émissions liées aux activités du périmètre organisationnel.

Dans le cas de l'UCLouvain, le périmètre temporel retenu est l'année 2017, soit la dernière année entièrement écoulée au début de ce travail.

Pour le périmètre organisationnel, voici ce qui a été retenu :

- les sites de Louvain-la-Neuve (LLN), Woluwé (LEW), Mons, Tournai et St-Gilles ;
- les logements appartenant à l'UCLouvain ;
- les bâtiments administratifs, éducatifs, de recherche et de loisirs ;
- le Blocry (uniquement la proportion utilisée par des personnes venant de l'UCLouvain).

Les cliniques (Woluwé et Namur) n'ont pas été prises en compte¹ car ce sont des organisations très complexes et partiellement indépendantes qui devraient établir un bilan de manière autonome. Les logements étudiants n'appartenant pas à l'UCLouvain n'ont également pas été pris en compte, et ce car l'Université n'a pas de contrôle sur ceux-ci. Enfin, le site de Charleroi n'a pas été pris en compte car les émissions associées sont négligeables par rapport à celles des autres sites.

Le dernier périmètre est celui des opérations, pour rendre plus facile sa définition, une cartographie des flux peut être établie, celle-ci a été réalisée pour le site de Louvain-la-Neuve (voir figure 3.1). Il faut prendre tous les flux en compte, ceux dont l'Université est responsable mais également ceux dont l'Université est dépendante en amont/aval. Cela revient en fait à se poser la question : "Mon activité reste-t-elle inchangée si je retire ce flux ?"

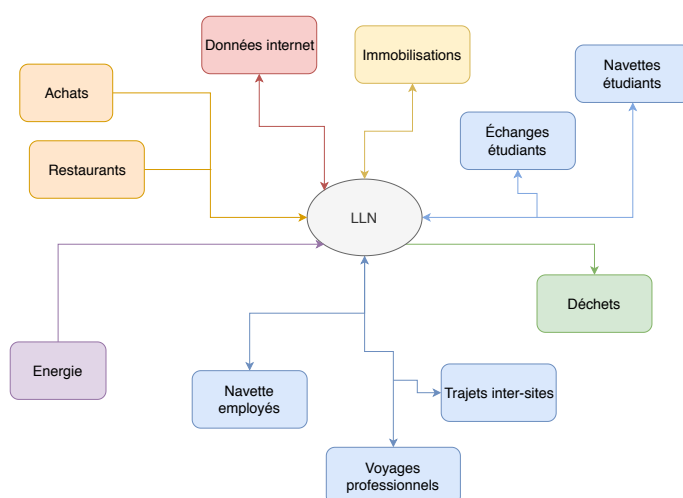


FIGURE 3.1 – Cartographie des flux pour le site de Louvain-la-Neuve

Les activités prises en compte sont celles-ci :

- les activités liées à l'administration et à la recherche : déchets générés, navettes des employés, déplacements professionnels, achats, consommation d'énergie des bâtiments ;
- les activités liées à l'éducation : matériel pédagogique, navettes des étudiants, impression des syllabus, mobilité à l'étranger, consommation d'énergie et génération des déchets des logements UCLouvain ;
- la consommation de nourriture dans les restaurants universitaires.

Les émissions liées au transfert et au stockage des données sur internet ont également été prises en compte, bien qu'elles ne soient pas reprises dans la méthode Bilan Carbone[®] proprement dite.

Les principales activités non prises en compte sont résumées ici :

- la consommation de nourriture dans des établissements n'appartenant pas à l'UCLouvain ;
- les déplacements des professeurs invités (sauf si l'UCLouvain paye le déplacement) ;
- l'impression de documents par les étudiants dans les magasins d'impression de syllabus ;
- les émissions de GES liées à l'utilisation de climatiseurs ou de frigos ;
- les émissions liées au traitement des eaux usées.

Certaines activités faisaient partie du périmètre pris en compte, mais par manque de données, elles n'ont pu être reprises dans le bilan final. Ces activités sont :

1. Ce choix a été discuté et contesté par certaines personnes, mais il n'était pas réaliste de les prendre en compte dans le cadre de ce travail.

- le transport des marchandises arrivant sur les sites ² ;
- les émissions liées à l'achat de matériel scientifique (machines, produits chimiques, etc.).

3.2 Secteurs étudiés

Selon la méthodologie Bilan Carbone[®], l'empreinte carbone de l'Université se décompose en 5 secteurs, auxquels s'ajoutent les émissions liées au transfert des données :

1. Énergie : émissions liées à l'utilisation directe d'énergie (gaz naturel, achat d'électricité) ;
2. Intrants : émissions liées à la fabrication des biens achetés et consommés rapidement ;
3. Déplacements : émissions liées aux déplacements professionnels, aux navettes des employés et des étudiants, aux véhicules appartenant à l'UCLouvain et aux étudiants partant/arrivant en mobilité internationale ;
4. Déchets directs : émissions liées aux traitements et au transport des déchets générés ;
5. Immobilisation : émissions liées à l'énergie intrinsèque provenant de la production, de la construction et de la rénovation d'infrastructures, d'équipements, de mobilier et de véhicules appartenant à l'UCLouvain ;
6. Data : émissions liées aux données échangées entre l'Internet et le réseau UCLouvain.

Certains de ces secteurs seront subdivisés par après afin de faciliter leur analyse.

3.3 Collecte de données

Les personnes ressources pour l'obtention des données nécessaires à chaque secteur ont été listées dans l'annexe A. Les données brutes ont été transformées afin de rentrer dans le format du tableur Bilan Carbone[®], les hypothèses utilisées lors de ces calculs seront exposées dans la section suivante.

Le tableau 3.1 reprend l'ensemble des données collectées. Lorsque les données n'étaient pas différenciées par site, elles ont été placées dans la colonne "Commun". Les données correspondant à l'achat de denrées alimentaires pour les restaurants universitaires n'ont pas été placées dans ce tableau car elles sont regroupées dans un tableur composé de plus de 2000 lignes.

L'incertitude (Inc. dans le tableau) et la qualité des données de consommation et d'infrastructure ont été discutées. Elles ont été estimées à l'aide des règles suivantes :

- 5% d'incertitude sur les données internes provenant de mesures directes effectuées avec des compteurs locaux (par exemple, kWh d'électricité) ou comptées avec précision (par exemple, quantité de papier achetée) ;
- 10% d'incertitude sur les données internes avec facteur de conversion (par exemple, poids des voitures basés sur les certificats d'immatriculation) ;
- 15% d'incertitude sur les données internes dont l'exactitude est contestable (par exemple, les voyages professionnels obtenus uniquement via Carlson Wagonlit ³, alors que tous les employés ne passent pas par eux) ;
- 20% d'incertitude sur les données extrapolées à l'aide d'hypothèses (par exemple, kilométrage parcouru sur base d'enquêtes) ;

La démarche utilisée par la méthodologie Bilan Carbone[®] afin de calculer les incertitudes totales est expliquée à l'annexe B.

2. L'entreprise responsable des livraisons des différents restaurants a été contactée plusieurs fois, mais aucune suite n'a été donnée.

3. Entreprise responsable des réservations des voyages d'affaire des employés de l'UCLouvain.

| Poste impacté | | Commun | LLN | LEW | Mois | Tournai | St-Gilles | Unités | Inc. |
|-------------------------------------|----------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|------|
| Énergie | nombre d'étudiants | | 21 326 | 7 041 | 1 183 | 477 | 583 | | 5% |
| | nombre d'employés | | 4 227 | 1 081 | 226 | 73 | 70 | | 5% |
| Intrants | gaz naturel (PCS) | | 51 314 | 26 786 | 1 858 | 840 | 597 | MWh | 5% |
| | électricité achetée | | 12 797 | 10 347 | 636 | 250 | 240 | MWh | 5% |
| | papier blanc A4 80gr | 30 867 | | | | | | ramettes | 15% |
| | papier blanc A4 75gr | 16 085 | | | | | | ramettes | 5% |
| | papier blanc A3 80gr | 178 | | | | | | ramettes | 5% |
| | papier blanc A3 75gr | 258 | | | | | | ramettes | 5% |
| Déchets directs | papier blanc A5 80gr | 39 | | | | | | ramettes | 15% |
| | papier recyclé A4 80gr | 2 371 | | | | | | ramettes | 15% |
| Déplacements quotidiens - employés | ordures ménagères - incinération | | 1 982 | | 76 | 46 | | tonnes | 20% |
| | papers et cartons - recyclage | | 127 | | 1 | 6 | | tonnes | 10% |
| | déchets de jardin - compostage | | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | tonnes | 5% |
| | métaux en mélange - recyclage | | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | tonnes | 5% |
| | déchets d'activités de soin | | 8 | 48 | 0 | 0 | 0 | tonnes | 5% |
| | déchets industriels spéciaux | | 31 | 13 | 0 | 0 | 0 | tonnes | 5% |
| Déplacements quotidiens - étudiants | voiture moyenne | | 22 798 716 | 3 298 700 | 1 481 674 | 964 868 | 91 230 | véhicule.km | 10% |
| | moto | | 75 027 | 394 416 | 0 | 0 | 21 865 | véhicule.km | 10% |
| | autobus | | 1 993 501 | 1 047 920 | 2 782 | 647 | 40 336 | passager.km | 10% |
| | train | | 9 930 977 | 4 215 670 | 325 620 | 6 095 | 182 936 | passager.km | 10% |
| | méto et tram | | 0 | 769 787 | 0 | 0 | 31 452 | passager.km | 10% |
| | voiture moyenne | | 48 966 967 | 9 656 323 | 3 524 476 | 2 957 596 | 365 720 | véhicule.km | 20% |
| Déplacements professionnels | moto | | 342 011 | 396 013 | 0 | 0 | 0 | véhicule.km | 20% |
| | autobus | | 20 941 397 | 0 | 639 008 | 0 | 0 | passager.km | 20% |
| | train | | 56 503 872 | 9 147 362 | 2 204 648 | 1 582 935 | 1 922 298 | passager.km | 20% |
| | méto, tram et bus | | 0 | 8 886 875 | 0 | 0 | 726 214 | passager.km | 20% |
| | essence | 15 162 | | | | | | litres | 5% |
| | diesel | 34 375 | | | | | | litres | 5% |
| Déplacements professionnels | voiture moyenne | 2 382 022 | | | | | | véhicule.km | 15% |
| | avion - short haul | 842 911 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion - medium haul | 2 110 018 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion - long haul | 9 536 891 | | | | | | passager.km | 15% |
| | train - grandes lignes | 37 644 | | | | | | passager.km | 15% |
| train - Belgique | 494 906 | | | | | | passager.km | 15% | |

| | Poste impacté | Commun | LLN | LEW | Mons | Tournai | St-Gilles | Unités | Inc. |
|---|-------------------------------------|------------|-----------|---------|---------|---------|-----------|----------------|----------------|
| Déplacements étudiants - Erasmus | voiture moyenne | 131 747 | | | | | | véhicule.km | 15% |
| | train | 33 429 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion, 100-180 sièges, 0-1000 km | 706 287 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion, 180-250 sièges, 1000-2000 km | 1 220 995 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion, 180-250 sièges, 2000-3000 km | 97 762 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion, 180-250 sièges, 3000-4000 km | 118 149 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion, >250 sièges, 4000-5000 km | 523 554 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion, >250 sièges, 5000-6000 km | 2 255 185 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion, >250 sièges, 6000-7000 km | 883 776 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion, >250 sièges, 7000-8000 km | 578 330 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion, >250 sièges, 8000-9000 km | 655 732 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion, >250 sièges, 9000-10000 km | 3 078 982 | | | | | | passager.km | 15% |
| | avion, >250 sièges, >10000 km | 3 081 364 | | | | | | passager.km | 15% |
| | Immobilisations | bâtiments | | 214 866 | 18 409 | 4 631 | 2 244 | 0 | m ² |
| période d'amortissement des bâtiments | | | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | ans | |
| parking | | | 39 572 | | | | | m ² | 15% |
| période d'amortissement des parking véhicules | | | 40 | | | | | ans | |
| période d'amortissement des véhicules | | | 54 | 4 | 2 | 0 | 0 | tonnes | 10% |
| mobilier | | | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | ans | |
| période d'amortissement du mobilier | | | 5 953 934 | 398 919 | 294 677 | 115 166 | 32 345 | € | 15% |
| ordinateurs fixes | | 14 000 000 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | ans | |
| ordinateurs portables | | 3292 | | | | | | unités | 5% |
| imprimantes | | 2 616 | | | | | | unités | 5% |
| serveurs | 250 | | | | | | unités | 15% | |
| serveurs | 95 | | | | | | unités | 5% | |
| période d'amortissement de l'IT | 5 | | | | | | ans | | |
| Data | transfert de données via internet | 15,27 | | | | | | petabytes | 5% |

TABLE 3.1 – Données de consommation et d'infrastructures (suite)

3.4 Traitement des données

Chaque secteur impacté comporte plusieurs postes d'émissions. Par exemple, le secteur «énergie» comprend les émissions de GES dues aux combustibles et à l'achat d'électricité. Chacun de ces postes sera analysé. L'empreinte d'un poste d'émissions résulte toujours du produit du montant de la consommation (par exemple, kWh, kg, km ou €) et de l'intensité de l'empreinte (kg CO₂e par kWh, kg, km ou €). Lorsque ce n'est pas précisé, le facteur d'émission ainsi que les valeurs d'incertitude de ces facteurs proviennent de la base de données fournie par la méthodologie Bilan Carbone® [14].

3.4.1 Énergie

Gaz naturel

| | |
|-------------|--|
| DESCRIPTION | Les émissions directes d'énergie du gaz naturel résultent de son utilisation pour le chauffage et les appareils (dont la centrale de cogénérations). |
| HYPOTHÈSES | Pas d'hypothèse particulière. |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/kWh PCI) * kWh PCI consommés |
| REMARQUE | Les données relatives au site de St-Gilles semblent erronées (voir section 4.2.1) mais nous ne sommes pas parvenus à en trouver l'origine. |

Achat d'électricité

| | |
|-------------|---|
| DESCRIPTION | Les émissions directes d'énergie provenant de l'achat d'électricité sont constituées des émissions des centrales électriques et résultent de l'utilisation de l'électricité. |
| HYPOTHÈSES | Le site de LLN possédant sa centrale de cogénérations, il crée sa propre électricité. Pour définir la part de cette électricité allant dans les bâtiments inclus dans le périmètre, le calcul effectué est : Électricité achetée = électricité consommée - (électricité autoconsommée/total consommation)*électricité consommée |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/kWh) * kWh achetés |
| REMARQUE | Il faut rajouter à ces émissions, les émissions dues aux pertes en ligne de l'électricité. Le taux de déperdition utilisé par la méthode est de 8,54%. |

3.4.2 Intrants

Papier

| | |
|-------------|--|
| DESCRIPTION | Les émissions indirectes pour les intrants sont les émissions provenant de la production de tous les matériaux qui se retrouvent dans les déchets directs. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none">— Les facteurs d'émissions des papiers 75gr ont été calculé par règle de trois par rapport aux facteurs d'émissions des papiers 80gr. La même méthode a été suivie pour les formats différents de l'A4.— Les émissions dues à l'encre utilisée dans les syllabus n'ont pas été prises en compte.— Le facteur d'émission du papier recyclé a été choisi comme étant égal à 60% de celui du papier blanc. Ce chiffre ne provenant pas de sources fiables, l'incertitude du facteur a été placée à 50%. |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/ramette) * nombre de ramettes de 500 feuilles |

Repas

| | |
|-------------|--|
| DESCRIPTION | Les émissions indirectes pour les repas sont les émissions provenant de la production de produits agricoles (aliments) consommés dans les restaurants universitaires. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none">— Le nombre de données à analyser étant très grand, la priorité a été donnée aux aliments à grand facteur d'émissions (principalement les viandes et les produits laitiers).— Les aliments dont l'unité était la conserve ou la pièce n'ont pas été pris en compte.— Les facteurs d'émissions utilisés proviennent du Calculateur Bon pour le Climat [15]. L'incertitude sur les facteurs liées à l'alimentation est de 50% car la provenance des aliments n'est pas connue. |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/kg d'aliment) * masse de l'aliment (kg) |

3.4.3 Déchets directs

| | |
|-------------|--|
| DESCRIPTION | Les émissions indirectes pour les déchets directs sont les émissions provenant du transport et du traitement des déchets collectés à l'UCLouvain. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none"> — Le carton, les PMC, les métaux en mélange, les lampes à décharge et le matériel informatique, sont recyclés. Selon la méthode, ils n'émettent pas de GES, mais ils ne diminuent pas non plus le bilan, ce sont simplement des émissions évitées. — Les ordures ménagères sont incinérées⁴. — Les déchets de jardin sont compostés. — Les Déchets d'Activités de Soins contiennent les déchets radioactifs et les déchets biologiques et spéciaux. — Les Déchets Industriels Spéciaux contiennent les déchets chimiques, les déchets coupants, tranchants et piquants ainsi que les verreries de laboratoires. |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/tonne) * masse des déchets (tonne) |
| REMARQUE | Les données concernant les déchets banaux des sites de Woluwé et Saint-Gilles n'ont pas été obtenues ⁵ . |

4. L'entreprise responsable du traitement des déchets a été contactée afin de confirmer cette hypothèse, ils n'ont pas voulu donner de réponse. En Belgique, 95% des déchets sont incinérés, c'est donc ce qui a été repris comme hypothèse.

5. La personne responsable a été contactée par mail et par téléphone mais n'a tout de même pas envoyé les données à temps.

3.4.4 Déplacements

Pour les déplacements quotidiens des employés et des étudiants, de nouveaux facteurs d'émissions ont été créés pour les bus, trams et métros. Ceux-ci sont basés sur les informations mentionnées sur le site de la STIB [16]. Les données utilisées pour ces deux postes se basent partiellement ou totalement sur l'enquête mobilité réalisée en 2017 par M. Dangoisse.

La distance entre deux codes postaux a été calculée à l'aide d'un script. Cette distance a été utilisée pour les modes de transport "voiture", "moto" et "bus, tram, métro". Lorsque le moyen de transport employé était le train, le site de la SNCB a été utilisé afin de déterminer la distance entre deux gares [17].

Déplacements quotidiens des employés

| | |
|-------------|---|
| DESCRIPTION | Les émissions des trajets domicile-travail sont les émissions directes des véhicules et les émissions indirectes de la production de carburants, de véhicules et d'infrastructures de transport. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none"> — Les calculs sont basés sur 235 jours de travail sur l'année. — Le télétravail a été pris en compte suivant les réponses données lors de l'enquête mobilité et non ce qui est stipulé dans les contrats⁶. — Les types de contrat (4/5, 3/4 temps) ont été pris en compte. — Les distances se basent sur les codes postaux des employés. Leurs modes de déplacements se basent sur l'enquête mobilité réalisée en 2017 (voir annexe C). — Pour les sites de St-Gilles et Tournai, les réponses à l'enquête étaient trop faibles, les réponses des sites de Woluwé et Mons ont respectivement été utilisées à la place. — Si les employés viennent en covoiturage ou avec leur famille, les distances parcourues ont été divisées par 3. Cette hypothèse était déjà utilisée dans le bilan effectué en 2009. — Pour le site de Woluwé, lorsque le moyen de transport choisi dans l'enquête était "bus, métro ou tram STIB", un facteur d'émission moyen a été créé (50% bus, 50% métro), il n'y a pas d'arrêt de tram près de Woluwé. — Pour le site de St-Gilles, lorsque le moyen de transport choisi dans l'enquête était "bus, métro ou tram STIB", un facteur d'émission moyen a été créé (33% bus, 33% tram, 33% métro). |
| CALCULS | <ul style="list-style-type: none"> — La distance totale parcourue pour un employé sur une année = distance domicile-travail * 2 trajets par jour * [235 jours de travail - nombre de jours de télétravail par an] — Empreinte = facteur d'émissions (kg CO₂e/km) * distance totale parcourue (km) |

6. Les employés effectuent plus de télétravail que ce qui est stipulé dans leurs contrats selon l'enquête.

Déplacements des étudiants

| | |
|-------------|---|
| DESCRIPTION | Les émissions des trajets domicile-site sont les émissions directes des véhicules et les émissions indirectes de la production de carburants, de véhicules et d'infrastructures de transport. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none"> — Il faut différencier les étudiants qui font les trajets tous les jours et les étudiants qui kottent sur le site (2 trajets domicile-logement et 5 trajets logement-site par semaine). — Les calculs sont basés sur 142 jours de cours (27 semaines, 5 jours fériés, 12 examens) pour les trajets quotidiens et sur 33 semaines de présences (27 de cours et 6 d'examens) pour les trajets hebdomadaires. — Les trajets logement-site pour le site de LLN sont considérés comme tous fait à pied ou à vélo, aucune émission n'est donc créée. — Les distances calculées ainsi que les modes de déplacement se basent sur les réponses de l'enquête mobilité. — Si les étudiants non kottant viennent en covoiturage ou avec leur famille, les distances parcourues ont été divisées par 3. Même chose pour les trajets quotidiens des étudiants kottant. — Si les étudiants kottant viennent sur le site en covoiturage, la distance est divisée par 3, mais s'ils viennent avec leur famille, la distance est multipliée par 2 car les parents effectuent un aller-retour. — Pour le site de Woluwé, lorsque le moyen de transport choisi dans l'enquête était "bus, métro ou tram STIB", un facteur d'émission moyen a été créé (50% bus, 50% métro), il n'y a pas d'arrêt de tram prêt de Woluwé. — Pour le site de St-Gilles, lorsque le moyen de transport choisi dans l'enquête était "bus, métro ou tram STIB", un facteur d'émission moyen a été créé (33% bus, 33% tram, 33% métro). |
| CALCULS | <ul style="list-style-type: none"> — La distance totale parcourue par un étudiant non kottant sur une année = distance domicile-site * 2 trajets par jour * 142 jours de cours — La distance totale parcourue par un étudiant kottant sur une année = distance domicile-kot * 2 trajets par semaine * 33 semaines + distance kot-site * 2 trajets par jour * 142 jours de cours — Empreinte = facteur d'émissions (kg CO₂e/km) * distance totale parcourue (km) |

Déplacements professionnels

Dans les déplacements professionnels sont compris les voyages réservés via l'entreprise Carlson-Wagonlit (train et avion), le carburant consommé par les voitures appartenant à l'UCLouvain et les notes de frais concernant les trajets professionnels effectués par les employés.

| | |
|-------------|---|
| DESCRIPTION | Les émissions pour déplacements professionnels des employés sont les émissions directes des véhicules et les émissions indirectes de la production de carburants, de véhicules et d'infrastructures de transport. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none">— Les classes des avions n'ont pas été différenciées dans le calcul des émissions, car les classes "business", "premium economy" et "first" représentaient moins de 5% du total des distances parcourues, toutes classes confondues.— Les trajets en avion dénommés "short haul" par Carlson Wagonlit sont considérés comme de vols de 0 à 1000km dans des avions de 100 à 180 places.— Les trajets en avion dénommés "medium haul" par Carlson Wagonlit sont considérés comme de vols de 3000 à 4000km dans des avions de 180 à 250 places.— Les trajets en avion dénommés "long haul" par Carlson Wagonlit sont considérés comme de vols de 7000 à 8000km dans des avions de plus de 250 places. |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/km) * distance totale parcourue (km) |
| REMARQUE | Tous les trajets effectués en avion ou en train par le personnel universitaire ne sont pas pris en compte, seuls ceux réservés via Carlson Wagonlit le sont. |

Déplacements des étudiants en mobilité internationale

Seuls les étudiants jouissant du programme de mobilité internationale (Erasmus ou autre) vers ou à partir de l'UCLouvain ont été pris en compte. Donc, contrairement aux voyages professionnels où seuls les déplacements des académiques travaillant à l'UCLouvain sont comptabilisés, ici les voyages des étudiants étrangers sont comptabilisés également. Les étudiants partant dans le cadre du cours IngénieursSud ont également été pris en compte ⁷.

| | |
|-------------|--|
| DESCRIPTION | Les émissions pour la mobilité internationale des étudiants sont les émissions directes des véhicules et les émissions indirectes de la production de carburants, de véhicules et d'infrastructures de transport. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none">— Si les étudiants étaient en échange pendant un an sur les années 2016-2017 ou 2017-2018, un seul trajet a été pris en compte.— Si les étudiants étaient en échange pendant un quadrimestre de l'année 2017, l'aller-retour a été pris en compte.— Les kilomètres parcourus ont été calculé via la distance à vol d'oiseau avec la ville d'échange.— Si le pays d'échange était la Belgique, l'Allemagne, les Pays-Bas, la France, le Luxembourg ou le Royaume-Uni, le moyen de transport choisi était la voiture ou le train (sauf exceptions). |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/km) * distance totale parcourue (km) |

3.4.5 Immobilisation

Bâtiments

| | |
|-------------|--|
| DESCRIPTION | Les émissions indirectes pour les bâtiments sont les émissions provenant de la construction et de la rénovation de bâtiments. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none">— La période d'amortissement des bâtiments est de 40 ans.— Le calcul est basé sur le type de bâtiment (ici éducation) et sur la superficie de celui-ci et non sur les matériaux utilisés. |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/m ²) * superficie totale (m ²) / période d'amortissement |

⁷. Leurs voyages ne sont pas réservés via Carlson Wagonlit, contrairement aux voyages effectués dans le cadre d'autres cours.

Parkings

| | |
|-------------|--|
| DESCRIPTION | Les émissions indirectes pour les parkings sont les émissions provenant de la construction et de la rénovation de ceux-ci. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none">— La période d'amortissement des parkings est de 40 ans.— Le calcul est basé sur la superficie des parkings⁸.— Seuls les parkings du site de Louvain-la-Neuve ont été pris en compte. |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/m ²) * superficie totale (m ²) / période d'amortissement |

Véhicules

| | |
|-------------|--|
| DESCRIPTION | Les émissions indirectes pour les véhicules sont les émissions provenant de la production de voitures. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none">— La période d'amortissement des véhicules est de 10 ans.— Le calcul est basé sur la masse des véhicules et non sur les matériaux utilisés.— Les masses des véhicules sont basées sur ce qui est référencé dans leurs certificats d'immatriculation. |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/tonne) * masse totale (tonne) / période d'amortissement |

Mobilier

| | |
|-------------|---|
| DESCRIPTION | Les émissions indirectes pour le mobilier sont les émissions provenant de la production de meubles. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none">— La période d'amortissement du mobilier est de 20 ans.— Le calcul est basé sur le prix d'achat des meubles et non sur les matériaux utilisés.— Le mobilier de Woluwé et St-Gilles était rassemblé dans la catégorie "Bruxelles", ce montant a été divisé proportionnellement au nombre d'employés et d'étudiants présents sur chaque site.— Le mobilier de Mons et Tournai était rassemblé dans la catégorie "Hainaut", ce montant a été divisé proportionnellement au nombre d'employés et d'étudiants présents sur chaque site. |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/€) * prix total (€) / période d'amortissement |

8. La superficie a été calculée à l'aide d'une carte à l'échelle 1/2500 au format pdf et de l'outil "mesure" d'Adobe Reader

Matériel informatique

| | |
|-------------|---|
| DESCRIPTION | Les émissions indirectes pour le matériel informatique sont les émissions provenant de la production de ces équipements. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none">— La période d'amortissement des équipements informatiques est de 5 ans.— Le calcul est basé sur le nombre d'unité de chaque sorte d'équipement. |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/unité) * nombre total d'unités (unité) / période d'amortissement |

3.4.6 Data

| | |
|-------------|---|
| DESCRIPTION | Les émissions indirectes pour l'utilisation des données sont les émissions provenant du transfert de données via internet. |
| HYPOTHÈSES | <ul style="list-style-type: none">— Seuls les transferts ayant lieu de et vers le réseau UCLouvain sont pris en compte.— Le modèle utilisé est celui établi par le Pr. Bol de l'UCLouvain [18]. Dans notre cas, le facteur d'émission est de 0,15 kg CO₂e/GB. |
| CALCULS | Empreinte = facteur d'émissions (kg CO ₂ e/GB) * données totales transférées (GB) |

Chapitre 4

Résultats

Ce chapitre contient les résultats finaux de l'analyse carbone de l'UCLouvain pour l'année 2017. Ceux-ci seront présentés en résumé, une analyse plus détaillée de chaque secteur sera ensuite réalisée. Enfin, une analyse par site et par personne (employé ou/et étudiant) sera effectuée.

4.1 Résultats globaux

L'empreinte carbone totale de l'UCLouvain équivaut à **68 478** tonnes CO₂e. Cela correspond à l'empreinte carbone annuelle d'environ 7 695 personnes en Belgique (8,9 tonnes CO₂e par Belge [19]).

| Secteur | Émissions (tonnes CO ₂ e) | Proportion |
|-----------------|--------------------------------------|--------------|
| Énergie | 23 680 | 34,6 % |
| Intrants | 488 | 0,7 % |
| Déchets directs | 194 | 0,3 % |
| Déplacements | 37 235 | 54,4 % |
| Immobilisations | 4 589 | 6,7 % |
| Data | 2 291 | 3,3 % |
| Total | 68 478 | 100 % |

TABLE 4.1 – Résultats totaux de l'empreinte carbone

L'incertitude totale de cette empreinte carbone est de 4 %. Celle-ci est anormalement basse. Cela provient certainement de la manière utilisée par la méthodologie Bilan Carbone® pour calculer l'incertitude totale de plusieurs postes (voir annexe B). Au plus il y a de postes, et au plus leurs empreintes sont grandes, au plus l'incertitude globale diminue. Pour les déplacements, chaque mode de transport a été divisé en plusieurs catégories (navettes du personnel, navettes des étudiants pour le trajet domicile-kot et le trajet résidence-site, ...) et ce afin de pouvoir analyser les émissions spécifiques à chaque mode. Cette division en sous-catégories explique cette faible incertitude.

Les deux secteurs les plus émetteurs sont :

- l'utilisation d'énergie (chauffage et électricité des bâtiments du campus) ;
- les déplacements (navettes quotidiennes des employés et des étudiants, déplacements professionnels, mobilité internationale des étudiants).

Le tiers de cette empreinte carbone est donc due à l'utilisation d'énergie et la moitié au déplacement de personne. La diminution de la consommation d'énergie étant déjà une préoccupation de

l'UCLouvain, les pistes d'amélioration ne seront pas abordées dans ce rapport. Par contre, des recommandations seront faites quant à l'amélioration de la mobilité à l'Université.

4.2 Analyse par secteur

Le tableau 4.1 est illustré ci-dessous sous forme d'histogramme. Le graphe montre un peu plus en détails chaque secteur et fait la distinction entre les différents sites. Les émissions dues aux déplacements ont été divisées en 4 catégories : les navettes des employés, celles des étudiants, les déplacements professionnels et la mobilité internationale des étudiants. À titre de comparaison, l'énergie requise pour alimenter tous les campus émet autant de GES que les navettes quotidiennes des étudiants.

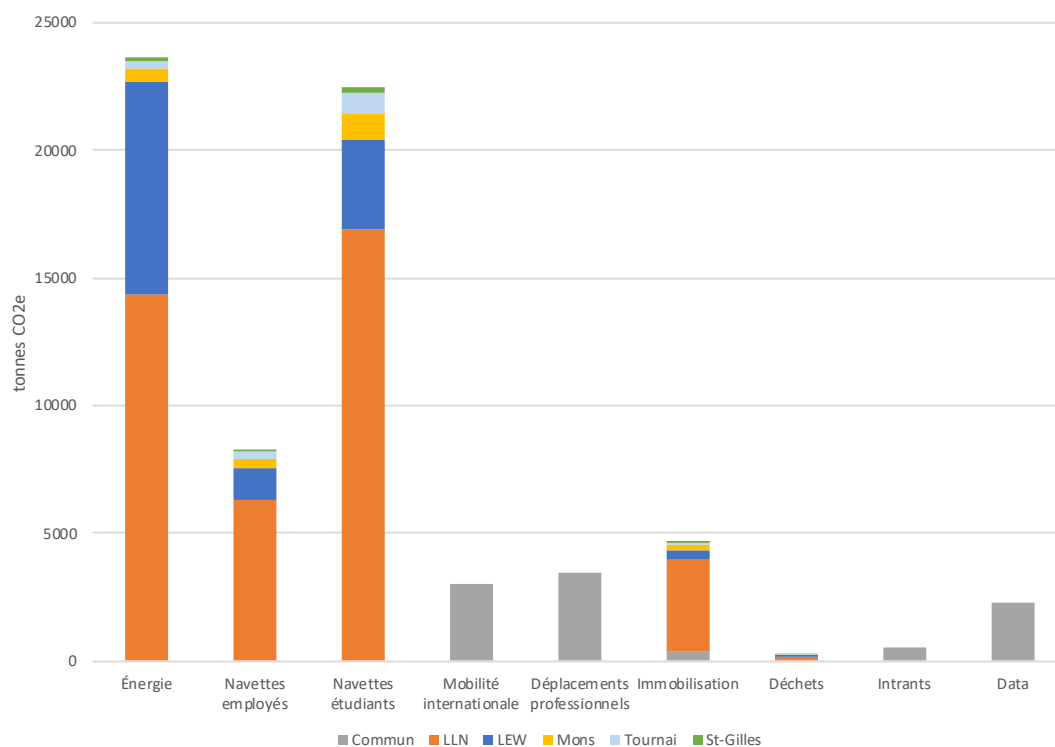


FIGURE 4.1 – *Empreinte carbone par secteur d'impact et par site*

L’empreinte par secteur avec les incertitudes incluses est illustrée sur la figure 4.2. Celles-ci sont la combinaison des incertitudes liées aux facteurs d’émissions et celles liées aux données collectées.

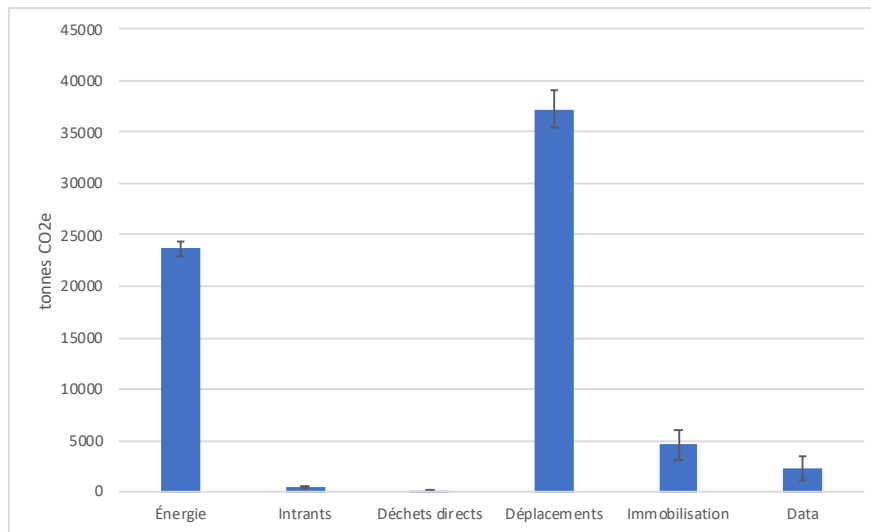


FIGURE 4.2 – *Empreinte carbone par secteur, incertitudes comprises*

Les valeurs des empreintes par catégorie et par site, ainsi que leurs incertitudes associées se trouvent dans le tableau 4.2. Dans la partie qui suit, les émissions de chaque secteur seront passées en revue.

| | Commun | ILN | LEW | Mons | Tournai | St-Gilles | Émissions totales | | Inc. |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------|------------|
| | kg CO ₂ e | kg CO ₂ e | kg CO ₂ e | kg CO ₂ e | kg CO ₂ e | kg CO ₂ e | kg CO ₂ e | Proportion | % |
| Énergie | | 14 331 070 | 8 356 394 | 560 091 | 244 366 | 188 532 | 23 680 453 | 34,6% | 3% |
| Consommation de gaz | | 11 275 276 | 5 885 707 | 408 170 | 184 595 | 131 197 | 17 884 946 | 26,1% | 3% |
| Électricité achetée | | 3 055 794 | 2 470 686 | 151 921 | 59 771 | 57 335 | 5 795 507 | 8,5% | 9% |
| Intrants | 488 467 | | | | | | 488 467 | 0,7% | 24% |
| Papiers et cartons | 110 444 | | | | | | 110 444 | 0,1% | 13% |
| Restaurants | 378 023 | | | | | | 378 023 | 0,6% | 31% |
| Déchets directs | | 128 127 | 62 759 | 3 239 | 261 | | 194 385 | 0,3% | 21% |
| Déchets de jardins | | 6 033 | | | | | 6 033 | 0% | 33% |
| Ordures ménagères | | 92 361 | | 3 239 | 261 | | 95 861 | 0,1% | 27% |
| Déchets non-banaux | | 29 733 | 62 759 | | | | 92 492 | 0,1% | 34% |
| Déplacements | 6 497 241 | 23 286 285 | 4 707 899 | 1 429 448 | 1 047 586 | 267 024 | 37 235 484 | 54,4% | 5% |
| Navettes des employés | | 6 333 435 | 1 230 725 | 382 670 | 239 115 | 41 609 | 8 227 554 | 12% | 5% |
| Navettes des étudiants | | 16 952 850 | 3 477 174 | 1 046 778 | 808 471 | 225 415 | 22 510 688 | 32,9% | 5% |
| Déplacements professionnels | 3 481 415 | | | | | | 3 481 415 | 5,1% | 20% |
| Mobilité internationale | 3 015 826 | | | | | | 3 015 826 | 4,4% | 9% |
| Immobilisation | 408 600 | 3 543 057 | 393 786 | 212 675 | 29 968 | 957 | 4 589 044 | 6,7% | 33% |
| Bâtiments | | 2 363 529 | 379 682 | 202 497 | 24 687 | 0 | 2 970 396 | 4,3% | 50% |
| Parkings | | 551 040 | | | | | 551 040 | 0,8% | 34% |
| Véhicules | | 29 871 | 2 137 | 1 338 | 0 | 0 | 33 345 | 0% | 52% |
| Mobilier | | 598 618 | 11 968 | 8 840 | 5 280 | 957 | 625 663 | 0,9% | 32% |
| Équipement informatique | 408 600 | | | | | | 408 600 | 0,6% | 29% |
| Data | 2 290 500 | | | | | | 2 290 500 | 3,3% | 51% |

TABLE 4.2 – Empreinte carbone par secteur impacté

4.2.1 Énergie

Comme illustré sur la figure 4.3, l’empreinte de la consommation de gaz est plus importante que celle de l’électricité. L’effort à faire est donc plus grand au niveau de l’isolation des bâtiments qu’au niveau de la consommation d’électricité. Mais l’achat d’électricité moins émettrice de GES¹ pourrait tout de même diminuer l’empreinte carbone.

Le grand fossé entre les deux postes d’émissions de Louvain-la-Neuve vient du fait que ce site est équipé de cogénérations, l’Université doit donc acheter moins d’électricité et plus de gaz que pour les autres sites.

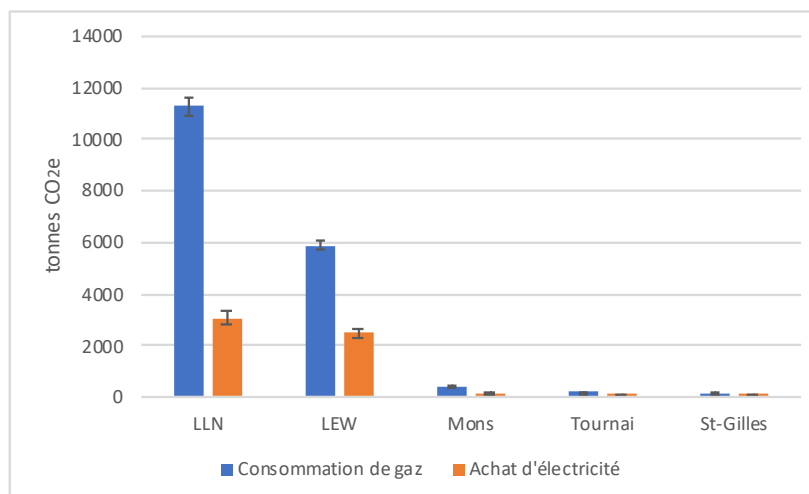


FIGURE 4.3 – Empreinte carbone de l’utilisation d’énergie par site

Une analyse plus profonde de la consommation de gaz permet de mettre en lumière que certains types de bâtiments sont plus énergivores que d’autres². À Louvain-la-Neuve par exemple, les bâtiments consacrés aux logements consomment 70 [kWh PCS/m²] de plus que les logements destinés à l’éducation. Comme dit précédemment, des mesures sont déjà en cours pour améliorer l’isolation des bâtiments, l’analyse s’arrête donc ici. Ce graphe reste tout de même intéressant à titre de comparaison avec les années futures.

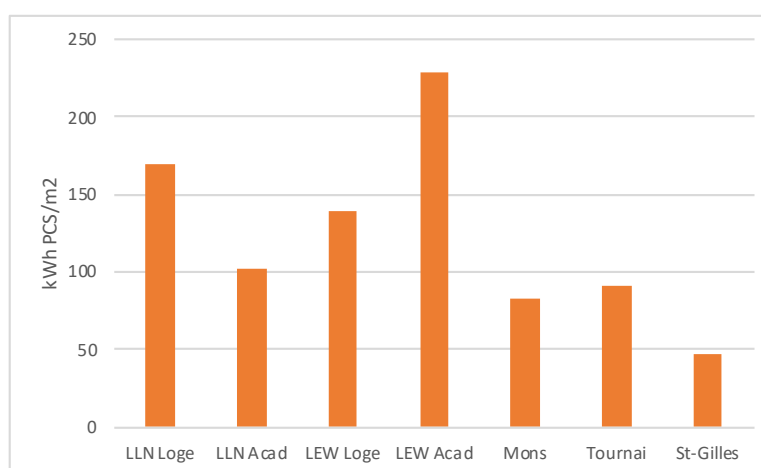


FIGURE 4.4 – Consommation de gaz par m²

1. Le fournisseur actuel est Eni.
2. C’est ici que l’on remarque que les bâtiments de St-Gilles consomment moins que la moyenne. Les chiffres sont donc à analyser avec précaution.

4.2.2 Intrants

L'analyse du tableau 4.2 montre que ce secteur représente moins de 1% de l'empreinte carbone totale de l'Université, avec l'achat de papier et l'impression de syllabus qui compte pour 1/5 du total et l'achat de nourriture pour les restaurants qui compte pour 4/5 du total.

Ce n'est donc pas de passer entièrement à du papier recyclé qui chamboulera le résultat du bilan, même si ces initiatives restent bénéfiques.

4.2.3 Déchets directs

Ce secteur représente seulement 0,3% des émissions de l'Université, mais les déchets banaux des sites de Woluwé et St-Gilles ne sont pas repris dans ces résultats. Les données obtenues pour les déchets banaux des logements étudiants de Louvain-la-Neuve étaient très imprécises³, il faudra donc améliorer ce chiffre pour le prochain bilan.

4.2.4 Déplacements

Ce secteur représente 55% des émissions totales de l'Université. Plus précisément, les navettes quotidiennes des employés représentent 22% de ces émissions, les navettes des étudiants 61%, les déplacements professionnels 9% et la mobilité internationale des étudiants 8%. Au vu des grandes proportions que prennent les déplacements quotidiens des employés et des étudiants, une enquête au taux de participation plus élevé serait nécessaire pour s'assurer que ces résultats soient bien corrects.

Dans la suite, chaque catégorie de déplacements est analysée plus en détails. Cet examen est important de part la grande proportion qu'il prend dans les émissions totales de l'Université.

Déplacements quotidiens des employés

La figure 4.5 montre que le site de Louvain-la-Neuve représente plus de 75% des émissions et Woluwé en représente 14.

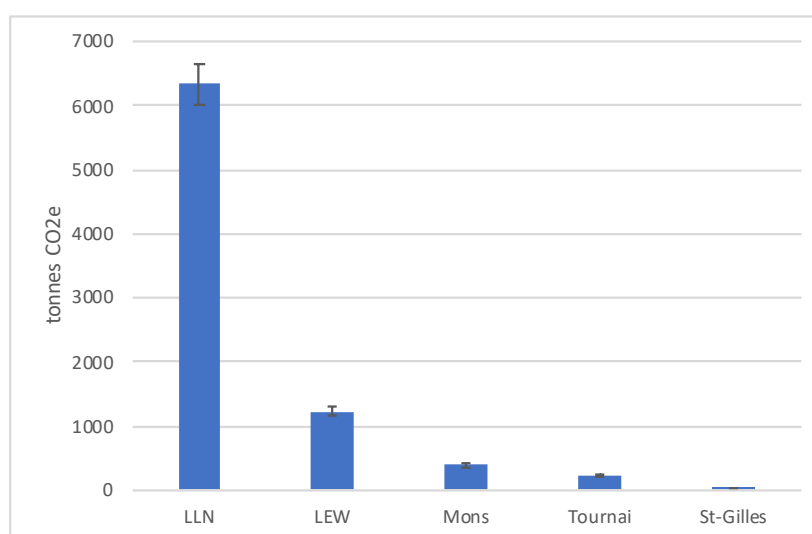


FIGURE 4.5 – Empreinte carbone des navettes des employés

3. La donnée reçue était : "En moyenne, l'entreprise reprend 120 tonnes de déchets par mois."

La figure 4.6 montre les émissions par employé pour chaque site. Pour le site de Tournai, le nombre est très élevé, cela s'explique par le fait que beaucoup d'employés ne travaillent pas sur ce site à temps plein, et donc leur domicile se trouve souvent plus proche d'un autre site que de Tournai. Cela s'explique également par le fait que les employés de Mons et de Tournai disent utiliser moins les transports en commun que les employés des autres sites. Pour le site de St-Gilles, le chiffre est très petit, ici c'est l'inverse de Tournai, les employés qui travaillent à St-Gilles habitent pour la plupart à moins de 50km du site, et les transports en commun sont fortement utilisés vu la situation de la ville.

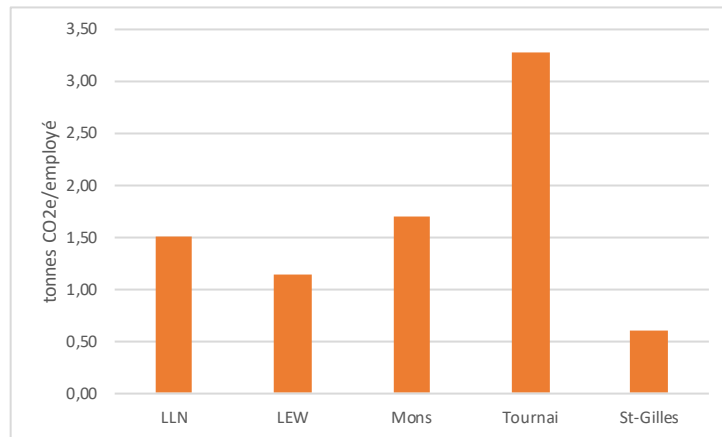


FIGURE 4.6 – Émissions en tonnes de CO₂e par employé par site et par an

En analysant maintenant pour le site de Louvain-la-Neuve, grâce aux figures 4.7 et 4.8, l'empreinte de chaque moyen de transport et en le comparant à sa proportion d'utilisation, il ressort que l'utilisation de la voiture en solitaire représente 81% des émissions du site, alors que seulement 41% des employés utilisent ce moyen de transport. À l'inverse, le train est utilisé par 20% des employés, mais il ne représente que 8% des émissions. Un des grands enjeux de l'Université sera donc de changer les habitudes de déplacement de ses employés. Les graphes similaires aux figures 4.7 et 4.8 mais pour le site de Woluwé se trouvent à l'annexe D.

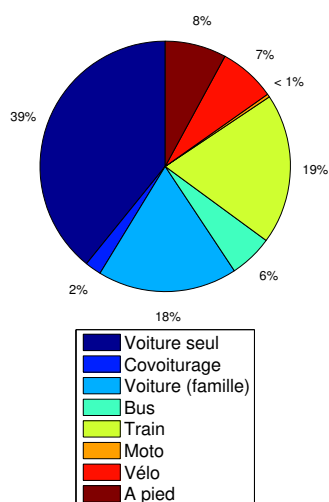


FIGURE 4.7 – Répartition des moyens de transports : navettes employés LLN

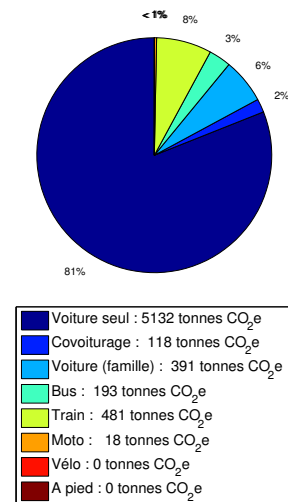


FIGURE 4.8 – Émissions de CO₂e : navettes employés LLN

Il faut tout de même noter que ces émissions représentent plutôt une limite supérieure étant donné que sur les 235 jours de travail comptés, les employés sont parfois en déplacement vers un autre site/une autre université, malades, ou effectuent du télétravail⁴ sans que cela soit repris dans l'enquête.

Déplacements quotidiens des étudiants

Les proportions de chaque site sont similaires à celles des navettes des employés, c'est à dire 75% pour Louvain-la-Neuve, 15% pour Woluwé, 5% pour Mons, 4% pour Tournai et 1% pour St-Gilles.

Par contre, les émissions par étudiant sont toutes plus faibles que les émissions par employé. C'est expliqué par le fait que les étudiants viennent moins de jours par an à l'Université que les employés. On remarque tout de même que si l'on rapporte les étudiants au même nombre de jours, leurs émissions seront toujours plus faibles que celles des employés, ils utilisent donc plus de transports alternatifs à la voiture.

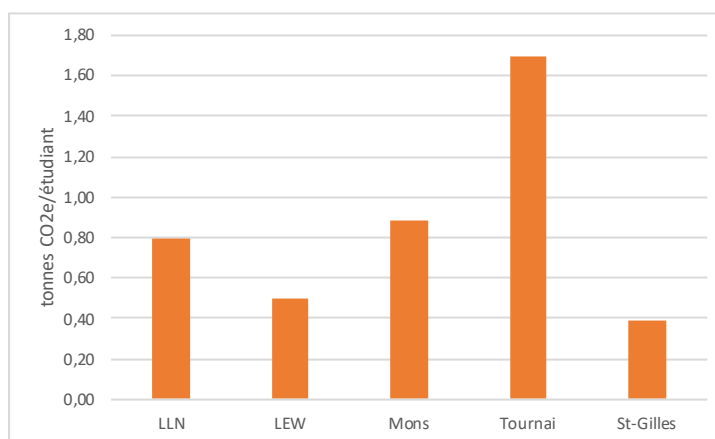


FIGURE 4.9 – Émissions en tonnes de CO₂e par étudiant par site et par an

Comme dit précédemment, il y a deux types de déplacements pour les étudiants. D'abord pour les étudiants kottant, le trajet bihebdomadaire de leur domicile à leur kot (qui représente 23% des émissions), et ensuite pour tous les étudiants, le trajet quotidien de leur logement (domicile ou kot) vers l'Université (qui représente 77% des émissions).

Les figures 4.10 et 4.11 décrivent pour le site de Louvain-la-Neuve, les habitudes de déplacement des étudiants kottant pour le trajet domicile-kot ainsi que leur émissions respectives. Il en ressort que pour ce trajet, l'utilisation du train est clairement privilégiée. Ce phénomène évite l'augmentation des émissions dues à l'utilisation de la voiture, il faudra donc continuer d'encourager les étudiants à utiliser ce moyen de transport. Ensuite, même si seulement 23% des étudiants se font déposer par leurs parents, ces émissions représentent 58% des émissions totales et ce à cause du facteur 2 appliqué aux émissions dues à ce mode de transport.

4. Les jours de travail déclarés dans l'enquête ont été pris en compte.

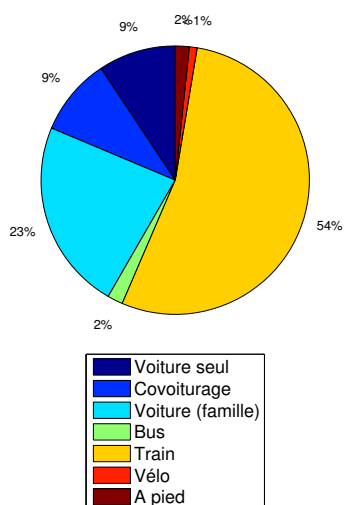


FIGURE 4.10 – Répartition des moyens de transports : navettes étudiants kottant LLN

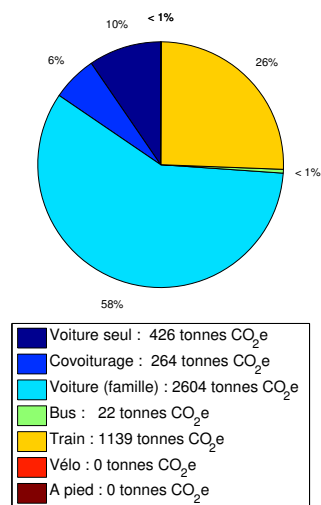


FIGURE 4.11 – Émissions de CO₂e : navettes étudiants kottant LLN

À l'instar des employés, l'analyse des trajets quotidiens des étudiants néo-louvanistes (figures 4.12 et 4.13) montre que ce sont les automobilistes qui émettent le plus de GES. À eux seuls, ils génèrent 70% des émissions, alors qu'ils ne sont que 25% à venir en voiture tous les jours.

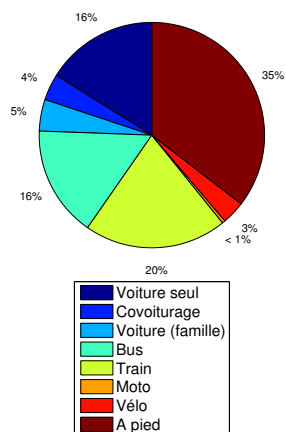


FIGURE 4.12 – Répartition des moyens de transports : navettes quotidiennes étudiants LLN

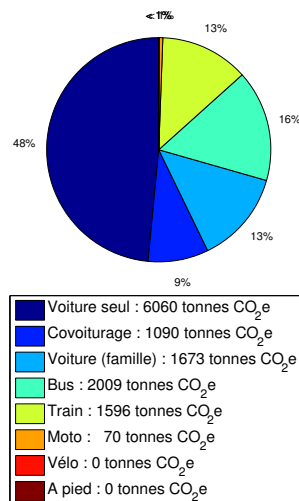


FIGURE 4.13 – Émissions de CO₂e : navettes quotidiennes étudiants LLN

À nouveau, ces résultats représentent plutôt une limite supérieure étant donné que l'hypothèse prise en compte est que les étudiants vont tous les jours de la semaine en cours, ce qui n'est pas le cas.

Déplacements des étudiants en mobilité internationale

Dans le tableau 4.3 sont analysés les déplacements liés à la mobilité internationale⁵. Ceux partant de l'UCLouvain émettent plus de GES car ils vont étudier dans des universités plus éloignées que celles d'où proviennent les étudiants venant étudier chez nous. Les étudiants partant en voyage dans le cadre du cours IngénieursSud vont dans des pays lointains, c'est pour cela que les émissions par étudiants sont si élevées.

| | Erasmus IN | Erasmus OUT | IngénieursSud |
|---|------------|-------------|---------------|
| Nombre d'étudiants | 1 154 | 1 222 | 76 |
| Émissions (tonnes CO ₂ e) | 1 100 | 1 670 | 240 |
| Émissions par étudiant (tonnes CO ₂ e) | 0,95 | 1,4 | 3,1 |

TABLE 4.3

Déplacements professionnels

En regardant la figure 4.14, il ressort très clairement que ce sont les vols en avion qui émettent le plus de CO₂e, mais les déplacements en voitures ne sont quand même pas à négliger.

Si on analyse les kilomètres parcourus par employé, cela revient à 419 km/employé/an en voiture et à 3125 km/employé/an en avion⁶.

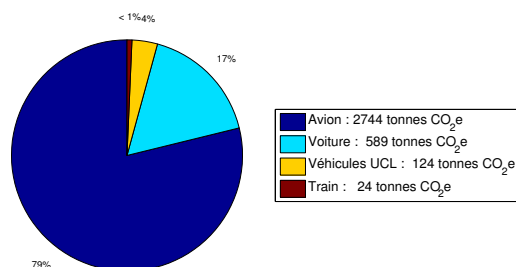


FIGURE 4.14 – Répartition de l'empreinte carbone des déplacements professionnels

4.2.5 Immobilisation

Les émissions dues à l'immobilisation des biens ne sont pas négligeables, elles représentent 7% des émissions totales. Ce secteur n'est pas facile à faire chuter car une fois que le bien est acheté/construit, il rentre dans le bilan jusqu'à ce qu'il soit amorti. Il faudrait donc consommer moins pour arriver à diminuer les émissions d'ici quelques années.

Ce sont la construction et la rénovation des bâtiments qui engendrent le plus d'émissions. Cela devrait tendre vers une diminution pour le site de LLN car même si quelques bâtiments vont être rénovés, beaucoup seront bientôt amortis.

5. Le terme "Erasmus" est utilisé dans le tableau par facilité et non par restriction aux étudiants disposant uniquement d'une bourse Erasmus.

6. Si on ne compte que les employés susceptibles de partir en avion, c'est à dire les académiques et les scientifiques, environ 4000 personnes.

4.2.6 Data

Ce secteur représente 3,3 % du total des émissions. Il n'est habituellement pas compris dans la méthode Bilan Carbone[®], mais au vu de la place qu'il prend dans les résultats, il serait judicieux de commencer à le prendre en compte et de définir une méthode bien délimitée afin de calculer son impact.

4.3 Analyse par site et par personne

4.3.1 Par personne

L'analyse sera faite par employé, par étudiant, et par personne (en additionnant les deux). Une analyse telle que celle-ci permet d'observer l'évolution des émissions de l'Université, même si elle continue à croître. Le secteur data sera retiré du total pour pouvoir se comparer plus facilement aux autres universités, qui elles n'ont pas inclus ce secteur dans leur méthode.

| Secteur | kg CO ₂ par employé | kg CO ₂ par étudiant | kg CO ₂ par personne |
|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Énergie | 4 171 | 774 | 653 |
| Intrants | 86 | 16 | 13 |
| Déchets directs | 34 | 6 | 5 |
| Déplacements | 6 559 | 1 216 | 1 026 |
| Immobilisations | 808 | 150 | 126 |
| Data | 403 | 75 | 63 |
| Total | 12 062 | 2 237 | 1 887 |
| Total sans data | 11 659 | 2 162 | 1 824 |

TABLE 4.4 – Émissions totales par employé, par étudiant et par personne

4.3.2 Par site

Les émissions seront maintenant examinées par site, afin de déterminer lequel émet le plus de GES par personne. Les émissions communes ont été réparties entre les sites proportionnellement au nombre d'étudiants et d'employés présents sur chaque site.

| | tonne CO ₂ par employé | tonne CO ₂ par étudiant | tonne CO ₂ par personne |
|-----------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| LLN | 11,38 | 2,26 | 1,88 |
| LEW | 14,51 | 2,23 | 1,93 |
| Mons | 11,42 | 2,18 | 1,83 |
| Tournai | 20,12 | 3,08 | 2,67 |
| St-Gilles | 9,01 | 1,08 | 0,97 |

TABLE 4.5 – Émissions totales par employé, par étudiant et par personne pour chaque site

C'est le site de Tournai qui émet le plus d'CO₂e par personne, et ce surtout à cause des déplacements. Il s'avère qu'en 2017, la faculté venait de déménager dans le centre-ville de Tournai (à côté de la gare), alors qu'avant elle était située à Ramegnies-Chin (périphérie de Tournai). L'accès aux transports en commun est donc bien plus aisé qu'auparavant, et les réponses de l'enquête ne reflètent peut-être plus la réalité.

Le site de St-Gilles est le moins émetteur, mais il faut se rappeler que leurs bâtiments sont amortis, les données concernant la consommation de gaz sont peut être erronées (trop faibles)

et les émissions dues au traitement des déchets ne sont pas incluses. Tout de même, ce site est particulièrement bas en émission de par la manière de se déplacer de ses usagers.

Enfin, Louvain-la-Neuve, Woluwé et Mons ont tous trois des émissions par personne semblables, tournant autour de 1,9 tonnes de CO₂e. Or le GIEC [20] préconise la stabilisation des quantités de GES dans l'atmosphère à son niveau actuel, ce qui signifie que chaque habitant serait autorisé à émettre entre 1,5 à 2 tonnes de CO₂e par an. Si ces 2 tonnes acceptables sont déjà émises sur le lieu de travail/d'étude, plus personne ne peut se permettre d'émettre ailleurs, ce qui n'est pas réaliste. L'Université, ses employées et ses étudiants devront donc travailler ensemble pour diminuer ces émissions.

Chapitre 5

Comparaison

Ce chapitre ne sert pas à analyser quelle université émet plus que l'autre, mais plutôt à s'assurer que la méthode utilisée est la bonne et que les résultats obtenus sont valables. Les résultats seront comparés uniquement aux universités belges et au bilan réalisé en 2009 par l'UCLouvain.

5.1 Autres universités

Étant donné qu'aucune université n'utilise les mêmes périmètres ou hypothèses qu'une autre, il n'est pas facile de les comparer. En plus des hypothèses, les années de construction et la réalité des sites sont différentes. Pour rappel, la KULeuven prend en compte l'énergie consommée et les déchets générés par les logements privés des étudiants alors que ce bilan-ci n'en tient pas compte. Il faut donc faire attention et comparer ce qui est comparable.

Pour cela, c'est la VUB qui est l'université la plus appropriée. Son rapport diffère en 2 points avec le nôtre. Premièrement, elle a pris en compte les fuites de gaz de ses appareils réfrigérants. Deuxièmement, elle a considéré l'achat de son matériel informatique, à la fois le qualifiant d'intrant et d'immobilisation. Nous avons décidé de ne le comptabiliser qu'une seule fois sous la forme d'une immobilisation. En effet, un intrant correspond normalement à un bien dont la consommation est rapide.

Leur empreinte par étudiant est de 2,067 tonnes CO₂e et celle de l'UCLouvain de 2,162 tonnes CO₂e. Les deux sont donc très semblables, toutefois, une analyse par secteur sera plus rigoureuse et révélera les différences entre les deux bilans.

Énergie

L'UCLouvain utilise 65 kWh d'électricité par m² de surface au sol et 138 kWh de gaz naturel par m² pour chauffer les bâtiments. Elle consomme donc moins d'électricité que la VUB (83 kWh) et autant de gaz (132 kWh). Il faut tout de même rester prudent face à cette comparaison car la façon dont les surfaces au sol ont été calculées pour les deux universités est inconnue. Il est plus judicieux d'analyser la PEB des bâtiments, mais ils ne sont pas connus.

Intrants

Ce secteur a été calculé différemment pour les deux universités, il ne sera donc pas comparé.

Déchets directs

Ce cas-ci est un petit peu surprenant, la VUB génère moins de déchets par personne que l'UCLouvain (31 contre 77¹ kg/personne en un an) mais leurs émissions par personne sont plus élevées. Même si pour ce bilan les déchets ménagers de Woluwé et St-Gilles n'ont pas été pris en compte, les chiffres restent curieux. Après analyse, la VUB a dû utiliser un facteur d'émission différent du nôtre, alors que la même méthode est appliquée.

Problème de facteur d'émission mis à part, l'UCLouvain générerait deux fois plus de déchets par personne que la VUB, ce qui n'est pas du tout négligeable. Un tri plus poussé diminuerait certainement ce chiffre.

Déplacements

Pour ce secteur, la VUB émet 1,038 tonnes CO₂e par étudiant et l'UCLouvain 1,216 tonnes CO₂e. Cette différence peut s'expliquer par le fait que la VUB est située en plein Bruxelles, ce qui facilite fortement l'utilisation des transports en commun. Cela peut également s'expliquer par le fait que la distance moyenne du trajet pour arriver à leur université est plus petite que celle pour arriver à l'UCLouvain, et ce car la Flandre est plus petite que la Wallonie.

Immobilisation

Leurs émissions par personne sont plus élevées que celles de l'UCLouvain. Cette différence provient des bâtiments non-encore amortis de la VUB.

Pour conclure, cela se confirme qu'il est très compliqué de comparer deux bilans effectués avec des méthodes distinctes. Tout de même, l'empreinte carbone de la VUB n'est pas très éloignée de celle de l'UCLouvain, ce qui permet de donner une certaine légitimité à ce bilan.

5.2 Bilan UCLouvain 2009

À nouveau, les hypothèses prises en compte et le périmètre étudié sont très différents de ce qui s'est fait dans ce bilan. Les secteurs étudiés de manière similaires et les sites de Louvain-la-Neuve et Woluwé seront analysés ci-dessous.

Énergie

Il est tentant de comparer directement les émissions entre elles, mais cette méthode est à proscrire car les facteurs d'émissions utilisés ne sont pas les mêmes pour les deux bilans. Il faut donc comparer la consommation de gaz et l'achat d'électricité.

Pour LLN, la consommation de gaz est passée de 55 417 [MWh PCI] à 46 229 [MWh PCI] (moins 15%). Elle a donc diminué de manière significative, entre autres car certains bâtiments ont été rénovés entre 2009 et 2017. Quant à l'achat d'électricité, il a diminué également et plus fortement encore. Il est passée de 31 074 [MWh] en 2009 à 12 797 [MWh] en 2017 (moins 58%). Cela paraît logique étant donné que l'électricité créée par la centrale de cogénérations et directement consommée par les bâtiments inclus dans le périmètre s'élève à 13 975 [MWh].

Pour Woluwé, la consommation de gaz a diminué également, elle est passée de 29 189 à 24 131 [MWh PCI] (moins 17%). L'achat d'électricité est passé de 15 307 [MWh] à 10 347 [MWh] (moins 32%).

1. Pour le site de Louvain-la-Neuve

Les différences entre les deux bilans sont tout de mêmes assez importantes, alors que les mêmes périmètres ont été utilisés. La politique de développement durable entamée par l'Université il y a 10 ans porte donc clairement ses fruits.

Déchets

Pour ce secteur, les étudiants ont utilisé un facteur d'émission de 0,79 tonnes CO₂e/tonne de déchets, alors que celui utilisé par l'ADEME est de 0,047 tonnes CO₂e/tonne de déchets.

Aussi, pour LLN, ils ont uniquement pris en compte les déchets académiques, et pas ceux dus aux logements étudiants. Il sera donc difficile d'analyser l'évolution dans ce rapport.

Déplacements

Ici encore les résultats sont très différents, mais surtout pour les émissions dues aux navettes des étudiants. Les leurs valent 7 497 tonnes CO₂e et les nôtres 16 953 tonnes CO₂e pour LLN, il y a donc plus de 2x plus de tonnes de CO₂e dans ce bilan. Pour Woluwé, leurs émissions sont de 1 030 tonnes CO₂e et les nôtres de 3 477 tonnes CO₂e, cette fois-ci il y a 3x plus de tonnes de CO₂e.

Pour les employés par contre, les résultats sont plus proches : 5 181 tonnes CO₂e en 2009 pour LLN contre 6 333 en 2017 et 1 407 tonnes CO₂e en 2009 contre 1 230 tonnes CO₂e en 2017 pour Woluwé.

Le plus troublant est la faible différence entre les émissions dues aux étudiants et celles dues aux employés, alors que les étudiants sont 4 à 5 fois plus nombreux que les employés. Les émissions devraient donc avoir le même ratio.

Les données avant transformation ne sont pas disponibles dans le rapport, cela aurait permis d'analyser plus en détails d'où vient cette grande différence.

Le bilan de 2009 n'a pas suivi de méthodologie et est donc très éloigné de celui-ci. Il faudra effectuer des bilans carbone selon la méthode Bilan Carbone® plus régulièrement, afin de pouvoir analyser l'évolution des émissions de l'UCLouvain de manière plus pertinente.

Chapitre 6

Plan d'action mobilité

Les résultats montrent que ce sont les déplacements de personnes qui représentent la plus grande partie des émissions de l'UCLouvain et plus particulièrement le site de Louvain-la-Neuve de par sa forte densité. Cette partie sera donc plus axée sur ce site, mais les pistes proposées sont souvent applicables aux autres sites.

Une réunion¹ autour de ce problème de mobilité a donc été organisée, afin de dégager des pistes de progrès à la situation actuelle. Dans cette section, ces pistes seront énoncées, ensuite, certaines d'entre-elles seront analysées afin de déterminer leurs réels impacts sur les émissions.

6.1 Pistes de progrès

Les pistes ont été divisées en deux types : celles réalisables à court terme et à long terme. Mais avant d'aborder les pistes, il faut parler des problématiques actuelles et des enjeux futurs, qui pourraient freiner la réduction des émissions.

6.1.1 Problématiques

Voici les quelques problématiques et enjeux soulevés par les acteurs présents à la réunion :

- La gare d'autobus de LLN arrive à saturation. Il n'est pas possible de rajouter de nouvelles lignes, seulement de rajouter des bus sur des lignes déjà existantes ;
- Les étudiants qui kottent viennent de plus en plus avec leurs voitures et la laisse dans un parking toute la semaine. Cela engorge les parkings et cela donne l'impression que la ville est saturée par les voitures ;
- Les voiries ne sont pas adaptées à une forte utilisation de vélos. Il existe des pistes cyclables, mais il faudrait des voies cyclables ;
- Les parkings vélos sont plus éloignés que les parkings voitures. Les personnes qui font un effort ne sont pas récompensées ;
- Les étudiants n'étudient pas là où ils habitent. Ils génèrent plus d'émissions car ils parcourent plus de kilomètres.
- Le télétravail n'est pas accessible à tous les employés.
- La promotion des cours en ligne ou en vidéo-conférence risque de supprimer le contact humain.
- Même si l'Université prend diverses mesures afin de diminuer le trafic de voitures, ce sont les employés et les étudiants qui prendront la décision finale.

1. Étaient présents M. Dangoisse, M. Francaux, Mme Dupont, M. Falisse (expert mobilité UCLouvain), M. Smits, M. Lievens, M. Leroy, M. Jeanmart et M. Scharpé (TEC Brabant Wallon - responsable développement).

Pour tous ces points, il faudra trouver des solutions adéquates, sachant que l'Université n'est pas toujours l'entité responsable.

6.1.2 Court terme

L'objectif recherché à court terme (5 à 10 ans) est de diminuer les émissions dues aux déplacements quotidiens de 15 à 20%. L'accent est mis sur la diminution de l'utilisation de la voiture seul, car c'est ce secteur qui émet le plus de CO₂e. Voici les mesures mentionnées qui sont envisageables :

- Utilisation des **parkings** : élever son coût, récompenser ceux qui ne prennent pas de vignette, ne pas proposer directement aux étudiants une vignette gratuite.
- Favoriser le **télétravail** : par service, garder un jour de travail sur site commun à tous, afin de prévoir efficacement des réunions etc.
- **Covoiturage** : améliorer la communication à ce sujet, inciter les employés et les étudiants à voyager ensemble, récompenser les personnes venant à plusieurs.
- Arrêter d'investir dans des infrastructures de parkings.
- Réduire au maximum les déplacements intra-sites (système de vidéo-conférence), inciter au **coworking** lorsque le trajet a quand même lieu.
- Développer plus de cours sous forme de **MOOC** ou de vidéo-transmission en direct.
- Promouvoir l'utilisation du **vélo** pour les personnes résidant à moins de 10 km : augmenter le nombre d'infrastructures existantes (douches, vestiaires, abris, ...), proposer des périodes d'essais pour les vélos électriques.
- Déplacer les employés ne travaillant pas sur le site le plus proche de leur domicile.
- Augmenter la promotion de l'utilisation des **transports en commun**.
- **Communiquer** auprès des étudiants et des employés sur leur empreinte carbone.

6.1.3 Long terme

L'objectif est de réduire de 80 à 90% les émissions d'ici à 2050. Les pistes proposées ne dépendent pas toujours de l'UCLouvain, mais également de l'évolution de la société.

- Mettre en place des **navettes** le dimanche soir et le vendredi soir pour les étudiants kottant dans des villes à proximité.
- Remplacement des bus TEC actuels par des **bus hybrides**.
- Suppression et transformation des espaces de **parking**.
- Passer à des **semaines de 4 jours** de cours et de travail (allongement des journées).
- Substitution du parc automobile belge par des voitures moins polluantes (voiture à l'hydrogène, ...)
- Les étudiants étudient dans l'université la plus proche par rapport à leur domicile.

6.2 Simulations

Cinq scénarios différents vont être simulés, ceux dont l'impact est le plus facilement quantifiable et dont les hypothèses seront clairement définies. Les cinq cas de figures sont :

1. Mise en place de la semaine à 4 jours ;
2. Les employés habitant à moins de 10 km viennent à vélo ;
3. Les parents n'effectuent plus d'aller-retour le vendredi et le dimanche pour aller chercher/déposer leurs enfants ;
4. 2/3 des employés ont recours à du télétravail ;
5. Les employés habitant entre 21 et 40 km du site viennent en train et plus en voiture.

Ici les scénarios seront traités individuellement, mais il est possible de les regrouper et d'augmenter les réductions atteignables.

Semaine à 4 jours

Pour ce cas-ci, seules les émissions dues au trajet domicile-kot des étudiants restent inchangées, toutes les autres sont multipliées par un facteur 4/5.

Cela fait diminuer les émissions dues aux déplacements quotidiens de 16%. Les émissions totales de l'Université ont diminué de 7%.

Riverains viennent à vélo

Il n'est pas possible de tester cette hypothèse sur les étudiants de par la façon dont les calculs ont été effectués. Leurs résultats se basent sur une distance moyenne et non sur une distance fixe comme pour les employés.

Pour ceux-ci justement, l'hypothèse utilisée est que tous les employés habitant à moins de 10 km du site où ils travaillent, y vont à pied ou à vélo. Les résultats montrent que les émissions dues aux navettes des employés diminuent de 4% seulement, ce qui fait diminuer les émissions totales de 0,5%.

Cette faible diminution s'explique par le fait que le nombre de kilomètres à parcourir par jour pour ces employés est minime par rapport à ceux parcourus par les employés habitant plus loin.

Suppression des aller-retour des parents

Les hypothèses utilisées sont que les étudiants ne viennent plus avec leurs parents mais avec les transports en commun, en gardant la même répartition bus/train qu'avant. Ils ne prennent pas la voiture car si leurs parents les conduisent, c'est qu'ils n'ont pas de voiture à disposition, ni pour la conduire seuls, ni pour faire du covoiturage.

Les résultats montrent une diminution de 14% dans les émissions dues aux navettes des étudiants et de 5% dans les émissions totales de l'Université. C'est donc une amélioration non négligeable.

Télétravail

L'hypothèse exploitée est que les 2/3 des employés effectuent une journée de télétravail par semaine. 2/3 seulement car tout le monde n'a pas un travail où il peut se permettre de ne pas être sur place, mais ce chiffre ne peut pas être prédit exactement.

Les émissions dues aux navettes des employés diminuent de 10% et les émissions totales d'un peu plus d'1%.

Utilisation du train

Vu les résultats obtenus aux autres scénarios, il est clair qu'il est plus intéressant de changer le moyen de transport des personnes habitant loin du site. L'hypothèse faite ici est que tous les employés venant en voiture seuls sur le site et habitant entre 21 et 40 km du site, viennent maintenant en train.

Les résultats montrent que les émissions dues aux navettes des employés diminuent de 21%, et les émissions totales de 2,5%.

En conclusion, faire prendre conscience aux personnes habitant loin du site que leurs émissions sont élevées sera plus intéressant que d'essayer de diminuer les émissions des riverains.

Chapitre 7

Améliorations

Ce chapitre contient les améliorations pouvant être réalisées pour ce bilan. Elles concernent principalement la collecte des données. Chaque secteur sera traité séparément.

Énergie

Les données concernant le site de St-Gilles sont à examiner. La consommation de gaz par m² est trop faible, donc soit le problème provient de la consommation, soit de la superficie.

Il faudra d'ici quelques années comparer le futur bilan à celui-ci, afin de s'assurer qu'une diminution de la consommation d'énergie est bien en cours. Ce secteur est responsable de plus de 35% des émissions, il faut donc suivre son évolution de près.

Non-énergie

Les émissions dues aux fuites de gaz des fluides réfrigérants n'ont pas été prises en compte dans ce rapport suite à une discussion avec les parties prenantes. Elles pourraient tout à fait l'être lors d'un futur bilan.

Intrants

Concernant les restaurants universitaires, une analyse par type de plat vendu serait plus complète. Au lieu d'analyser chaque aliment acheté, il faudrait comptabiliser le nombre de plats de type "viande", "poisson", "végétarien", etc. vendus et transformer ces données en émissions.

Pour les achats de l'Université, les données pourraient être plus étoffées en ajoutant tout ce qui est acheté en papeterie (cartouches d'encre, bic, post-it, bloc-notes, etc.). Cependant, au vu de la proportion que prennent les intrants dans le bilan global, l'impact sur celui-ci serait minime par rapport au travail investi.

Les produits chimiques, les métaux et tout autre matière première utilisée dans les laboratoires peuvent également être ajoutés. Leur bilan ne sera certainement pas négligeable.

Déchets directs

Il faudrait ajouter les déchets provenant des sites de Woluwé et de St-Gilles. Les données concernant les déchets provenant des logements néo-louvanistes pourraient également être plus précises. Enfin, la manière de traiter les déchets devrait être confirmée par les entreprises responsables.

Fret

Aucune donnée concernant le fret de produit n'a été renseignée dans ce bilan. Il serait donc intéressant d'obtenir plus d'informations de la part de l'entreprise livrant les fournitures de bureau, ainsi que du fournisseur des restaurants universitaires.

Déplacements

Les enquêtes concernant les habitudes de déplacement des employés doivent être renouvelées régulièrement. Il faudrait un taux de participation plus élevé, quitte à obliger les membres du personnel à y répondre. Pour celle des étudiants, il faudrait plus les sensibiliser au potentiel de cette enquête, et leur montrer le type d'informations qu'il est possible d'en tirer. On pourrait peut-être leur proposer l'enquête lors du renouvellement d'inscription, au moment où ils ont déjà des habitudes de déplacement.

Il faudrait également centraliser les informations relatives aux déplacements professionnels du personnel, cela permettrait d'avoir une plus petite incertitude sur les données.

Immobilisation

Les données concernant les bâtiments sont très précises, aucune amélioration n'est nécessaire. Les voiries & parkings par contre mériteraient un approfondissement, seules ceux de Louvain-la-Neuve ont été pris en compte. La manière de calculer la superficie des parkings pourrait être améliorée afin d'obtenir des données plus précises.

Comme pour les déchets, le prix total d'achat de mobilier pour les logements étudiants est très imprécis. Il faudrait donc obtenir des chiffres plus exacts afin de diminuer l'incertitude de cette catégorie.

Au sujet des appareils informatiques, le nombre d'ordinateurs et de serveurs est une donnée concrète, mais seule une approximation du nombre d'imprimantes a été obtenue, la donnée pourrait donc être plus précise.

L'impact de l'achat de machines par le secteur des sciences et technologies peut également être ajouté à cette catégorie.

Data

Ici la donnée est très précise, il faudrait plutôt analyser l'évolution du facteur d'émission lié à l'utilisation d'internet et s'assurer de son exactitude.

Automatisation de la collecte

Concernant l'amélioration globale, l'Université pourrait rendre automatique la collecte des données nécessaires au calcul de l'empreinte carbone. À la fin de chaque année, il faudrait que toutes les entités responsables produisent un bilan des achats, travaux, consommations, etc. de l'Université. Cela faciliterait grandement la tâche de la personne chargée d'effectuer le bilan, qui n'aurait plus qu'à demander le fichier adéquat à chaque entité. Cela prendrait moins de temps, l'analyse serait donc plus rapide et la prise de décision également.

Chapitre 8

Conclusion

L'objectif de ce travail était d'établir l'empreinte carbone de l'UCLouvain, et d'analyser les résultats afin de trouver des solutions pouvant diminuer les émissions de GES de l'Université.

L'élaboration d'un bilan carbone n'est pas une tâche aisée. Il est important de respecter les règles imposées par la méthodologie suivie afin d'obtenir une empreinte proche de la réalité. Dans ce cas-ci, beaucoup de questions se sont posées lors du choix du périmètre à suivre. Les décisions n'étaient pas toujours faciles à prendre et quelqu'un d'autre aurait peut-être fait des choix différents. Mais ce bilan est celui de l'Université, et à chaque phase importante, l'avis des personnes concernées devait être pris en compte afin de ne pas se retrouver avec un bilan loin des attentes de l'UCLouvain.

La phase la plus longue du bilan fut celle de la collecte et du traitement des données. Celles-ci devaient être récupérées auprès de personnes différentes, ne travaillant pas toujours sur le site de Louvain-la-Neuve, ou n'ayant pas beaucoup de temps à consacrer à ce travail. Lorsque ces données furent récupérées, certaines furent traitées directement et d'autres durent être extrapolées afin d'obtenir un résultat optimal. Pour cette partie, beaucoup d'hypothèses furent posées et il faudra continuer d'y faire attention lors des bilans futurs.

Les résultats du bilan montrent que les décisions prises jusqu'à présent pour diminuer la consommation d'énergie fonctionnent. Cependant, ils montrent aussi qu'il y a encore beaucoup de travail à accomplir, surtout en terme de consommation de chauffage. Le deuxième poste le plus émetteur de GES est celui lié aux déplacements. Ici, c'est un réel enjeu qui se joue, ce n'est pas seulement à l'Université de faire des efforts, c'est à toute la communauté étudiante et aux employés de changer radicalement leurs habitudes de déplacements. Comme cela a été analysé précédemment, des changements mineurs ne modifieront que très peu le bilan final. Il faudra des décisions fortes de la part de la communauté et de l'Université.

La comparaison aux autres universités s'est révélée être un processus très compliqué. Les hypothèses et périmètres utilisés étaient très différents des nôtres, rendant la comparaison quasi impossible. Même pour le bilan de 2009 la tâche s'est avérée délicate. Les données chiffrées avant traitement n'étaient pas disponibles, et les facteurs d'émissions utilisés étaient très différents de ceux utilisés pour ce bilan.

C'est pour cela que tout bilan doit être précisément délimité. Avec ce travail, les futurs bilans pourront être établis plus rapidement et en connaissance des hypothèses prises en compte. Les comparaisons futures seront donc plus pertinentes et plus probantes que celles réalisées dans ce rapport.

Bibliographie

- [1] Rapport spécial du giec sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5°C. <https://www.climat.be/fr-be/changements-climatiques/les-rapports-du-giec/2018-rapport-special/>. consulté la dernière fois le 28/05/19.
- [2] Le protocole de kyoto. <https://www.climat.be/fr-be/politiques/politique-internationale/protocole-de-kyoto>. consulté la dernière fois le 28/05/19.
- [3] Décret climat. <http://environnement.wallonie.be/legis/air/air074.html>. consulté la dernière fois le 28/05/19.
- [4] <http://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/contenu/index/page/principes/siGras/0>. consulté la dernière fois le 28/05/19.
- [5] Gaz à effet de serre : qu'est-ce que l'« équivalent CO₂ » ? <https://www.connaissancedesenergies.org/gaz-effet-de-serre-quest-ce-que-l-equivalent-co2-170807>. consulté la dernière fois le 23/05/19.
- [6] <http://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/contenu/index/page/giec/siGras/0>. consulté la dernière fois le 23/05/19.
- [7] <http://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/contenu/index/page/m%C3%A9thodes+de+calcul/siGras/0>. consulté la dernière fois le 23/05/19.
- [8] <http://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/contenu/index/page/bilan%2Bges%2Borganisation/siGras/1>. consulté la dernière fois le 23/05/19.
- [9] Greet Vanderheyden, Jan Aerts, Wouter Achten, Kris Bachus, Joost Duflou, Johan Eyckmans, Peter Tom Jones, Jacques Haers, Bruno Motten, Nikkie Melis, et al. Nulmeting co2 emissies ku leuven in het jaar 2010. 2010.
- [10] Ecolife. The carbon footprint of the vub. https://www.vub.ac.be/sites/vub/files/nieuws/users/mipers/footprint_vub.pdf, 2016.
- [11] <http://www.ulb.ac.be/babelbox/tools/renderer/index.php?action=mailing&d=1&i=14945&c=mail01>. consulté la dernière fois le 23/05/19.
- [12] Carbon footprint 2016 - erasmus university rotterdam. https://www.eur.nl/sites/corporate/files/2018-04/eur_co2_footprint_2016_definitief.pdf, 2016.
- [13] Les résultats du bilan carbone établis en 2012 pour l'année 2010. <http://www.univ-artois.fr/L-universite/Action-ecologique-et-sociale/Le-bilan-carbone>.
- [14] http://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLoAD_DOC_FR/index.htm. consulté la dernière fois le 28/05/19.
- [15] Calculateur bon pour le climat : Guide d'utilisation & faq. <http://www.bonpourleclimat.org/wp-content/uploads/2015/05/Guide-d%E2%80%99utilisation-Bon-Pour-le-Climat-et-FAQ.pdf>. consulté la dernière fois le 19/05/19.
- [16] Résumé de l'étude réalisée par co2logic pour le compte de la stib. http://www.stib.be/irj/go/km/docs/STIB-MIVB/INTERNET/attachments/publications/Comparaison_emissions.pdf. consulté la dernière fois le 19/05/19.
- [17] SNCB. Recherche billets & abonnements. <http://www.belgianrail.be/fr/titres-de-transport/recherche-billets-et-abonnements/>. consulté la dernière fois le 07/04/19.

- [18] David BOL. Electrical power consumption of the internet : use cases and sustainability challenges. https://cdn.uclouvain.be/groups/cms-editors-icteam/iot/David\%20Bo1-ENCOS_2018.pdf, 2018. consulté la dernière fois le 19/05/19.
- [19] <https://www.coren.be/fr/le-bilan-carbone>. consulté la dernière fois le 20/05/19.
- [20] Sébastien Balibar. Une tonne et demie de co2 par habitant et par an. <https://revue-progressistes.org/2015/11/08/une-tonne-et-demie-de-co2-par-habitant-et-par-an-sebastien-balibar/>, 2015. consulté la dernière fois le 28/05/19.

Annexe A

Personnes de contact

| Données à récolter | | Entité UCL | Personne de contact | Email |
|-------------------------------|---|------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Énergie | consommation UCLouvain | CEPI | M. Smits | didier.smits@uclouvain.be |
| | consommation Blocry | / | M. Jeanmoye | jeanmoye@blocry.be |
| Intrants | achat direct de papier | GDEP | M. Karkan | jean-michel.karkan@uclouvain.be |
| | achat aliments restoU | / | M. Henry | frederic.henry@uclouvain.be |
| | syllabus achetés | / | Mme Ronflette | duc@ciaco.coop |
| Déchets directs | déchets académiques LLN | GPEX | Mme Renard | pascale.renard@uclouvain.be |
| | déchets logements LLN | LOGE | Mme Clause | nancy.clause@uclouvain.be |
| | déchets Woluwé et St-Gilles | GTPW | Mme de Radzitzky | tatiana.deradzitzky@uclouvain.be |
| | déchets Mons et Tournai | GTPH | M. Harvengt | paul.harvengt@uclouvain.be |
| | déchets non banaux | SERP | M. Carlier | pascal.carlier@uclouvain.be |
| | | SERP | M. Pirlet | vincent.pirlet@uclouvain.be |
| Déplacements | enquête mobilité | ADRE | M. Dangoisse | alain.dangoisse@uclouvain.be |
| | code postaux et eft d'occupation des employés | SET | M. Cavaco | tiago.mil-homens@uclouvain.be |
| | employés en télé-travail | QARE | M. Servais | marc.servais@uclouvain.be |
| | données Carslon Wagonlit | GDEP | M. Karkan | jean-michel.karkan@uclouvain.be |
| | achat fuel véhicules UCL | GDEP | M. Karkan | jean-michel.karkan@uclouvain.be |
| | notes de frais déplacements professionnels | GDEP | M. Karkan | jean-michel.karkan@uclouvain.be |
| provenance étudiants échange | SET | M. Cavaco | tiago.mil-homens@uclouvain.be | |
| destination étudiants échange | ADRI | Mme Meis | programmes.mobilite@uclouvain.be | |
| destinations IngénieursSud | / | Mme Merle | stephanie.merle@uclouvain.be | |
| Immobilisation | superficie bâtiments | CEPI | M. Smits | didier.smits@uclouvain.be |
| | superficie routes et parkings | GPEX | M. Morize | arnauld.morize@uclouvain.be |
| | véhicules UCLouvain | GERI | Mme Dropsy | christine.dropsy@uclouvain.be |
| | mobilier académique | GTPL | M. Lapière | joel.lapiere@uclouvain.be |
| | mobilier logements | LOGE | Mme Clause | nancy.clause@uclouvain.be |
| | imprimantes | GDEP | M. Karkan | jean-michel.karkan@uclouvain.be |
| | ordinateurs et serveurs | SGSI | M. Lambay | sebastien.lambay@uclouvain.be |
| Data | consommation internet | SIPR | M. Hunin | quentin.hunin@uclouvain.be |

Annexe B

Calcul de l'incertitude

La méthode Bilan Carbone[®] utilise la notion statistique des intervalles de confiance pour définir l'incertitude. L'intervalle de confiance utilisé est de 95% dans les inventaires de GES ; cet intervalle de confiance est l'intervalle centré sur la valeur retenue pour une donnée dans lequel il est probable à 95% que soit incluse la valeur réelle de cette donnée.

Incertitudes globales

POUR UNE MULTIPLICATION

À partir des incertitudes associées à la valeur d'une donnée d'activité et d'un facteur d'émissions, nous pouvons les combiner pour obtenir l'incertitude du résultat de la multiplication. Dans l'hypothèse d'une distribution Gaussienne (normale) des incertitudes et en se basant sur le principe de la propagation des incertitudes, l'incertitude totale liée à une multiplication se calcule à partir de la formule suivante :

$$U_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Où U_{total} est le pourcentage d'incertitude associée aux produits des quantités X_i et U_i est le pourcentage d'incertitude associées à chaque quantité X_i .

Pour le bilan carbone cela donne :

$$U_{total} = \sqrt{U_{DA}^2 + U_{FE}^2}$$

Où U_{FE} est le pourcentage d'incertitude associée au facteur d'émission et U_{DA} est le pourcentage d'incertitude associées à la donnée d'activité.

POUR UNE ADDITION

L'incertitude totale associée à une addition se calcule à partir de la formule suivante :

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 * X_1)^2 + (U_2 * X_2)^2 + \dots + (U_n * X_n)^2}}{X_1 + X_2 + X_n}$$

Où X_i est l'émission lié au poste i et U_i est l'incertitude liée à chaque émission X_i .

Annexe C

Enquête mobilité 2017

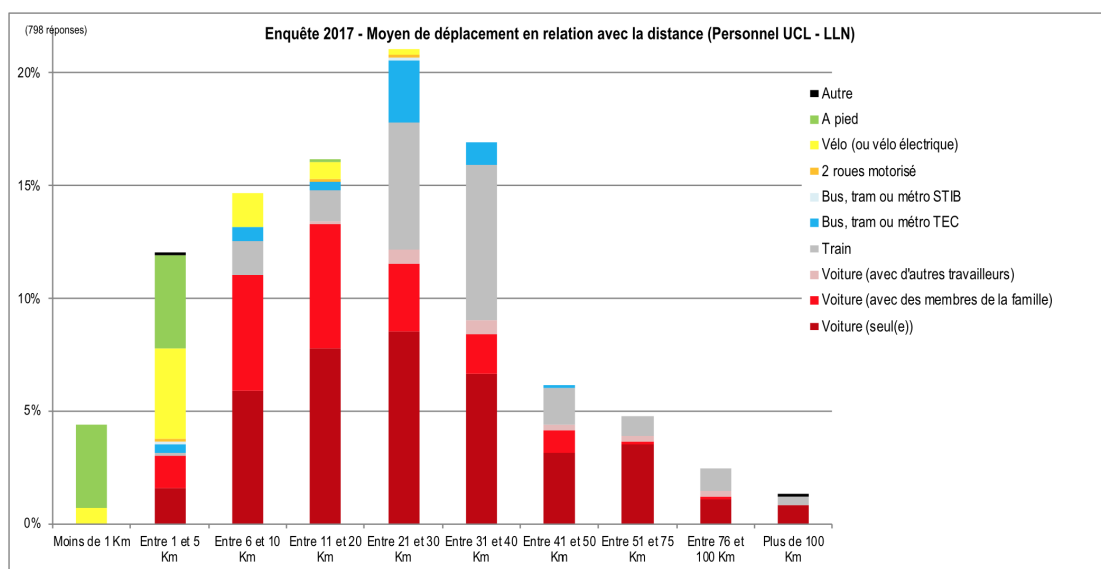


FIGURE C.1 – *Moyen de déplacement en fonction de la distance du lieu de travail - employés LLN*

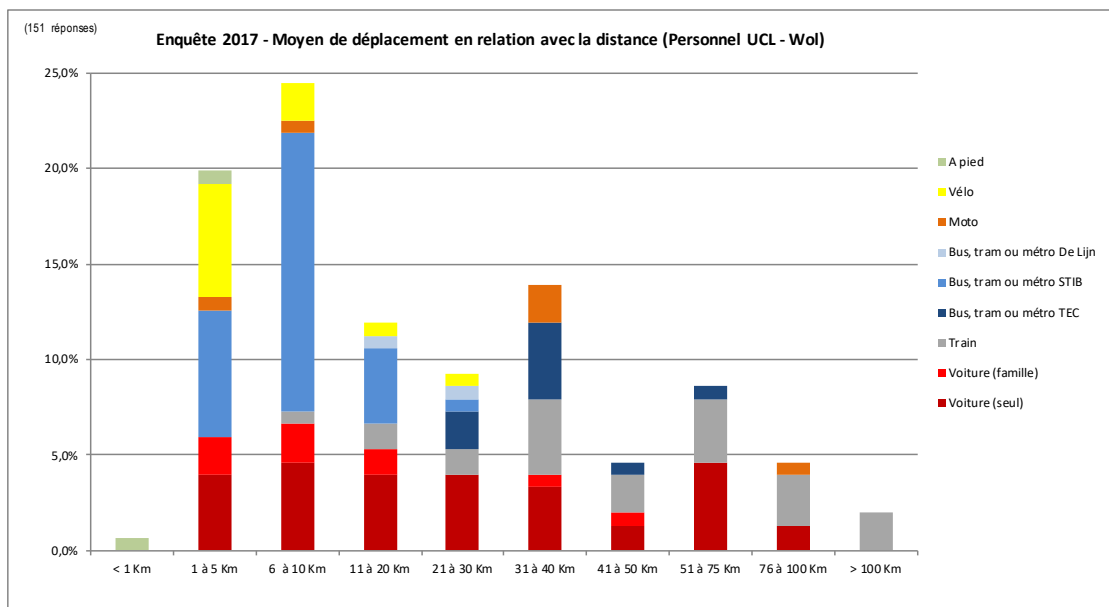


FIGURE C.2 – *Moyen de déplacement en fonction de la distance du lieu de travail - employés LEW*

Annexe D

Graphes des navettes

D.1 Déplacements des employés de LEW

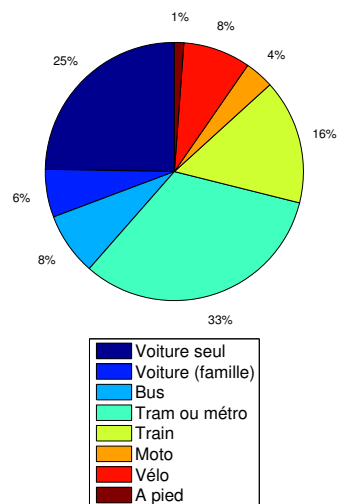


FIGURE D.1 – Répartition des moyens de transports : navettes employés LEW

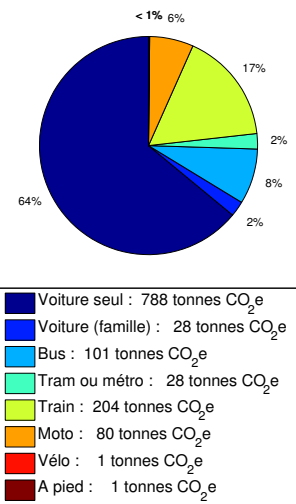


FIGURE D.2 – Émissions de CO₂e : navettes employés LEW

D.2 Déplacements des étudiants de LEW

D.2.1 Trajet domicile - kot

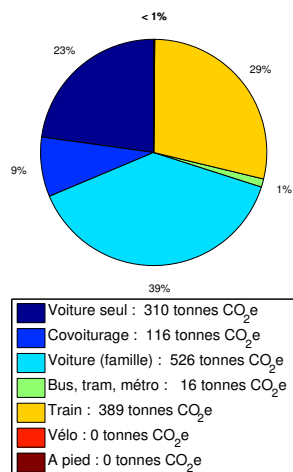
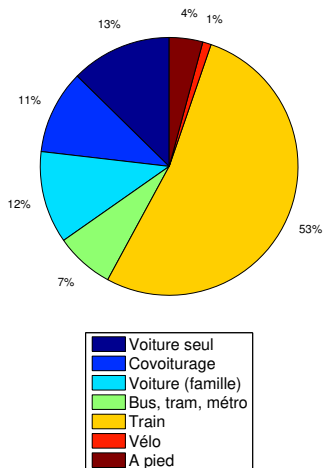


FIGURE D.3 – Répartition des moyens de transports : navettes étudiants kottant LEW

FIGURE D.4 – Émissions de CO₂e : navettes étudiants kottant LEW

D.2.2 Trajet résidence - LEW

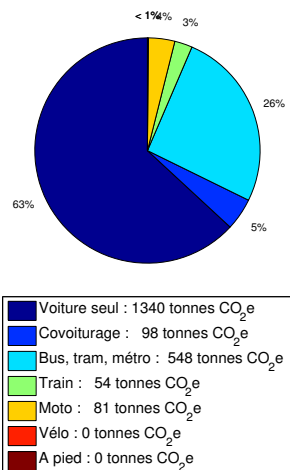
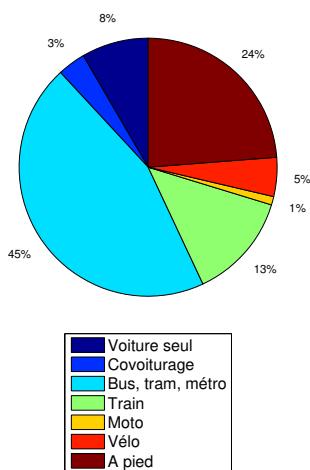


FIGURE D.5 – Répartition des moyens de transports : navettes quotidiennes étudiants LEW

FIGURE D.6 – Émissions de CO₂e : navettes quotidiennes étudiants LEW

UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN
École polytechnique de Louvain

Rue Archimède, 1 bte L6.11.01, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique | www.uclouvain.be/epl