
Rapport de stage individuel
5^{ème} année
Elaboration du bilan des émissions
de gaz à effet de serre de l'INSA Lyon

INSA Lyon

20 Avenue Albert Einstein 69100 Villeurbanne

INSA

INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
LYON

Tuteur entreprise : Mathieu BOUYER

Responsable Cellule DDRS - Décarbonation

Tuteur académique : Sébastien LARRIBE

Julide KAYA

5A IUT

2023-2024

REMERCIEMENTS

En préambule à ce rapport, je souhaite adresser mes remerciements à l'ensemble des personnes ayant contribué au bon déroulement de mon stage de fin d'études.

Tout d'abord, merci à mon tuteur académique M. LARRIBE Sébastien, qui pour la deuxième fois m'a accompagnée et conseillée durant ce dernier stage.

Mes remerciements sincères s'adressent à mes tuteurs de stages Mme. Chantal BERDIER et M. Mathieu BOUYER pour leur encadrement et le temps qu'ils m'ont consacré. Je leur exprime ma reconnaissance pour la confiance qu'ils m'ont accordée dans le cadre de l'élaboration de ce BEGES.

Ce stage s'est déroulé en collaboration avec M. Mohamed ABERKAN à qui j'adresse également mes remerciements.

Merci aux membres de la cellule DDRS : Mme. Sophie GIRARDOT, Mme. Valentine MOREL, M. Paulin RENARD pour leur accueil et leur bienveillance.

Je remercie vivement les personnels du laboratoire EVS que j'ai rencontré ; Mathilde, Vanessa et Réginald.

Pour terminer, je tiens à exprimer ma gratitude à Mme. Sophie GIRARDOT avec qui j'ai eu la chance de collaborer tout au long de stage. Ses qualités humaines, son professionnalisme et ses conseils ont rendu cette expérience particulièrement enrichissante.

Merci à toutes et à tous.

GLOSSAIRE

ABC : Association pour la transition Bas Carbone

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

AGNU : Assemblée générale des Nations Unies

APCC : Conseil Climat Energie et Environnement

BEGES : Bilan des Emissions de Gaz à Effet de Serre

DDRS : Développement Durable et Responsabilité sociétale

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EVS : Environnement, Ville et Société

GES : Gaz à Effet de Serre

INSA : Institut Nationale des Sciences Appliquées

ISO : Organisation Internationale de Normalisation (International Organization for Standardization)

LTECV : Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte

NACRES : Nomenclature Achats Recherche Enseignement Supérieur

ODD : Objectifs Développement Durable

PRG : Pouvoir de Réchauffement Global

SD DD&RSE : Schéma Directeur Développement Durable – Responsabilité Sociétale et Environnementale

SNBC : Stratégie Nationale Bas Carbone

TABLE DES MATIERES

Introduction	4
I.Présentation de la structure d'accueil	5
A.L'INSA de Lyon	5
B.La Cellule DDRS	5
C.Le laboratoire EVS	6
II.La méthodologie Bilan carbone	8
A.L'effet de serre	8
B.L'utilité du bilan carbone	9
C.Règlementation	10
D.Les étapes clés d'un bilan GES	11
i.Etape 1 et 2 : cadrage et identification des sources d'émissions	11
ii.Etape 3 : Collecte des données	13
iii.Etape 4 : Calcul du bilan et analyses	14
iv.Etape 5 : Plan de transition	15
v.Etape 6 : Publication en ligne	15
E.La Stratégie Nationale Bas Carbone	16
III.Le BEGES 2023 de l'INSA Lyon	18
A.Organisation du stage	18
B.Le périmètre de l'INSA Lyon et les secteurs choisis	19
C.Résultats obtenus et analyses	21
i.Résultats globaux	21
ii.Le secteur des déplacements	22
D.Evolution des émissions de l'INSA Lyon depuis 2009	31
E.Elaboration d'un plan de transition	34
IV.Retour réflexif sur l'expérience	39
A.Les incohérences du bilan carbone	39
i.La méthode	39
ii.La SNBC	40
B.Dimension organisationnelle du projet et rendus finaux	41
Conclusion	43
Bibliographie	44
Annexes	47

INTRODUCTION

Dans le cadre de ma formation d'ingénieure en génie de l'aménagement et de l'environnement, je devais effectuer un stage d'une durée de 20 semaines minimum.

Riche de d'une première expérience en collectivité et d'une seconde dans une Grande Entreprise avec des missions diverses, mon objectif était de découvrir à travers ce dernier stage de nouveaux corps de métiers et missions. Ces deux expériences professionnelles portaient principalement sur l'aménagement des territoires.

Avec un réel intérêt pour les professions dites « de transition » et des fonctions œuvrant pour répondre aux enjeux socio-écologiques contemporains, mes recherches se sont orientées vers des stages ayant pour thématique dominante l'environnement.

J'ai finalement eu l'opportunité d'intégrer la cellule Développement Durable et Responsabilité Sociétale (DDRS) de l'INSA Lyon, pour effectuer le bilan de gaz à effet de serre (BEGES) de l'établissement pour l'année 2023.

Le présent rapport mettra donc en lumière les étapes d'exécution d'un bilan carbone et les résultats obtenus. A titre personnel, je voulais atteindre une maîtrise totale des outils et réglementations permettant l'élaboration d'un BEGES. Alors, dans un premier temps, nous expliciterons en détail la méthodologie de référence utilisée et portée par l'ADEME : la Méthode pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre¹. Ensuite, il s'agira de présenter les résultats du bilan de l'INSA Lyon pour l'année 2023 et l'évolution des émissions de la structure. Nous détaillerons ensuite le plan de transition proposé et nous soulignerons les axes d'améliorations de ce travail. Pour terminer, nous apporterons une dimension réflexive autour des forces et des limites des outils et méthodes nationales d'élaboration de BEGES. Nous aborderons également le stage dans sa globalité : ses aspects techniques et humains, son organisation générale et les difficultés rencontrées. Les deux productions écrites de ce stage sont disponibles en annexe.

¹ Dernière version portée par la Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires – Version 5, juillet 2022

I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

J'ai effectué mon stage à l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon en intégrant la cellule DDRS de l'établissement et en travaillant dans les locaux du laboratoire Environnement Ville et Société (EVS).

A. L'INSA DE LYON

L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (INSA Lyon) est une grande école d'ingénieurs française, figure d'excellence dans l'enseignement et la recherche des sciences appliquées. Fondé en 1957 par le mathématicien et physicien Gaston BERGER, c'est l'établissement fondateur du premier réseau des grandes écoles d'ingénieurs publiques françaises qui regroupe aujourd'hui 7 écoles INSA (INSA Centre Val de Loire, INSA Hauts-de-France, INSA Lyon, INSA Rennes, INSA Rouen Normandie, INSA Strasbourg, INSA Toulouse) ainsi que 6 écoles partenaires (*Nos écoles / Groupe INSA*, s. d.).

Présent sur le campus de LyonTech La Doua et de Oyonnax dans la Plaine de l'Ain, l'INSA Lyon propose 9 spécialités d'ingénieurs, 6 masters spécialisés et est co-accrédité à 8 Ecoles Doctorales (ED) couvrant de nombreux domaines scientifiques et techniques. L'INSA Lyon, c'est aussi 22 laboratoires de recherches, 110 associations actives, 4 pôles de restaurations et 11 résidences étudiantes. Il regroupe ainsi 6300 élèves, plus de 700 chercheurs et enseignants-chercheurs, 650 doctorants et près de 700 personnels administratifs et/ou techniques.

Conscient de sa responsabilité environnementale et sociétale, l'INSA Lyon s'est lancé depuis 20 ans dans une démarche collective exigeante, mobilisant les chercheurs compétents dans les domaines concernés ; en formant des ingénieurs responsables et engagés. En 2011, l'établissement a mis en place un programme d'action, « Agenda 21 », reprenant les 5 axes du plan vert de la loi Grenelle I, qui promettent de répondre aux enjeux environnementaux contemporains. En 2015, c'est en ligne avec les Objectifs de Développement Durables (ODD) adoptés par l'Assemblée générale des Nations Unies (AGNU) que ces engagements sont affirmés, avec la stratégie « Ambition INSA 2030 ». Cette dernière s'articule autour de 5 axes :

- Transition énergétique, environnementale et écologique
- Transition sociale
- Transition de modèle économique
- Transition institutionnelle
- Transition numérique

Ces efforts se sont notamment vus récompensés par une labélisation DDRS en 2019, qui a été renouvelée en 2023. Dans la volonté d'être un établissement éducatif, l'INSA Lyon a également organisé un dispositif participatif : « L'assemblée pour la Transition Ecologique et Sociale » pour porter la transition au cœur de la structure.

B. LA CELLULE DDRS

C'est en 2014, dans le cadre de ces démarches en lien avec les enjeux socio-écologiques contemporains qu'a été créée la Cellule Développement Durable et Responsabilité Sociétale (DDRS) de

l'INSA Lyon. Elle a permis de structurer un groupe de travail dédié aux engagements ambitieux de l'établissement. Les missions des personnels formant la cellule sont dédiées à la promotion des principes écologiques et sociétaux en lien avec le développement durable. En 2019, la cellule DDRS a obtenu pour l'INSA Lyon le label DDRS et a réussi à le renouveler en 2023, ce qui en fait le premier et le seul INSA du réseau à le détenir.

Voici la décomposition de la cellule DDRS :

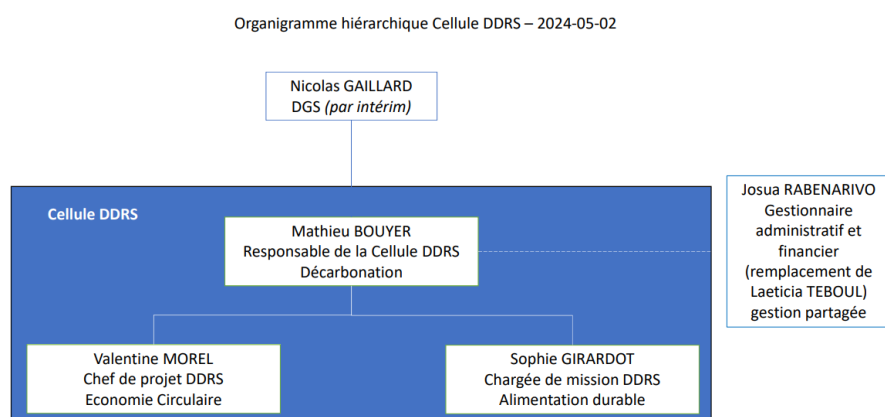


FIGURE 1 : ORGANIGRAMME DE LA CELLULE DDRS - 2024

Mathieu BOUYER, mon encadrant professionnel durant cette expérience, est aussi le responsable de la cellule DDRS depuis sa création. Il coordonne et pilote l'ensemble des projets et/ou initiatives de l'établissements en lien avec le Schéma Directeur Développement Durable – Responsabilité Sociétale et Environnementale (SD DD&RSE) de l'établissement.

Sophie GIRARDOT est chargée de mission sur la thématique de l'alimentation durable de l'INSA Lyon. C'est ensemble que nous avons travaillé sur le secteur de l'alimentation qui sera détaillé plus tard dans ce rapport.

Valentine MOREL est cheffe de projet. Elle développe et met en place la stratégie d'économie circulaire de la structure

Paulin RENARD est quant à lui chargé de former les enseignants et les personnels de l'INSA Lyon sur les sujets environnementaux.

C. LE LABORATOIRE EVS

Le laboratoire Environnement Ville Société (EVS) est une unité mixte de recherche (UMR 5600) associée au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) qui regroupe des chercheurs et chercheuses de l'INSA Lyon (et d'autres institutions) (UMR 5600 Environnement Ville société, s. d.). Cette unité travaille sur les dynamiques de changements et d'évolutions entre villes, environnements et sociétés à travers un spectre de disciplines varié : urbanisme, géographique, sciences de l'ingénieur, ... Les travaux qui y sont effectués contribuent à la compréhension et la résolution des enjeux contemporains.

Chantal BERDIER était ma deuxième encadrante professionnelle et référente au laboratoire EVS. En tant que responsable de l'équipe EVS INSA et enseignante chercheuse à l'INSA Lyon, elle a effectué un suivi sur la dimension « scientifique » du projet : récolte de données, vérification des calculs et des analyses...

II. LA METHODOLOGIE BILAN CARBONE

Avant d'expliciter la méthodologie permettant d'effectuer un bilan carbone, il est essentiel de faire un rappel sur des éléments basiques mais essentiels : ce que qu'est l'effet de serre et quels sont ces gaz qui entraînent ce processus. Cette partie portera dans un premier temps sur l'effet de serre pour comprendre l'utilité d'un bilan carbone, pour terminer sur les différentes étapes de réalisation d'un BEGES.

A. L'EFFET DE SERRE

« L'effet de serre est un phénomène naturel par lequel les gaz naturellement présents dans l'atmosphère retiennent une partie de la chaleur émise par notre planète. » (Effet de serre : un phénomène naturel, s. d.).

La Terre reçoit de l'énergie du soleil en permanence. Lorsque cette énergie arrive sur Terre, une partie est renvoyée et l'autre absorbée par l'atmosphère. L'énergie qui parvient à être absorbée arrive jusqu'à la surface de la planète Terre où de nouveau, une majeure partie est absorbée par celle-ci et le reste est réfléchi (*Effet de serre : un phénomène naturel*, s. d.). L'énergie qui est absorbée par la surface de la Terre est restituée sous forme de rayonnements infrarouges, qui transportent donc de l'énergie issue d'un corps chaud : **on parle d'effet de serre** (Jancovici, 2003). Une faible partie de ces rayons parviennent à traverser l'atmosphère et sont considérés comme des « rayonnements sortants » alors que la plus grande partie est absorbée par des gaz que l'on appelle **Gaz à Effet de Serre** (GES) (*Effet de serre : un phénomène naturel*, s. d.).

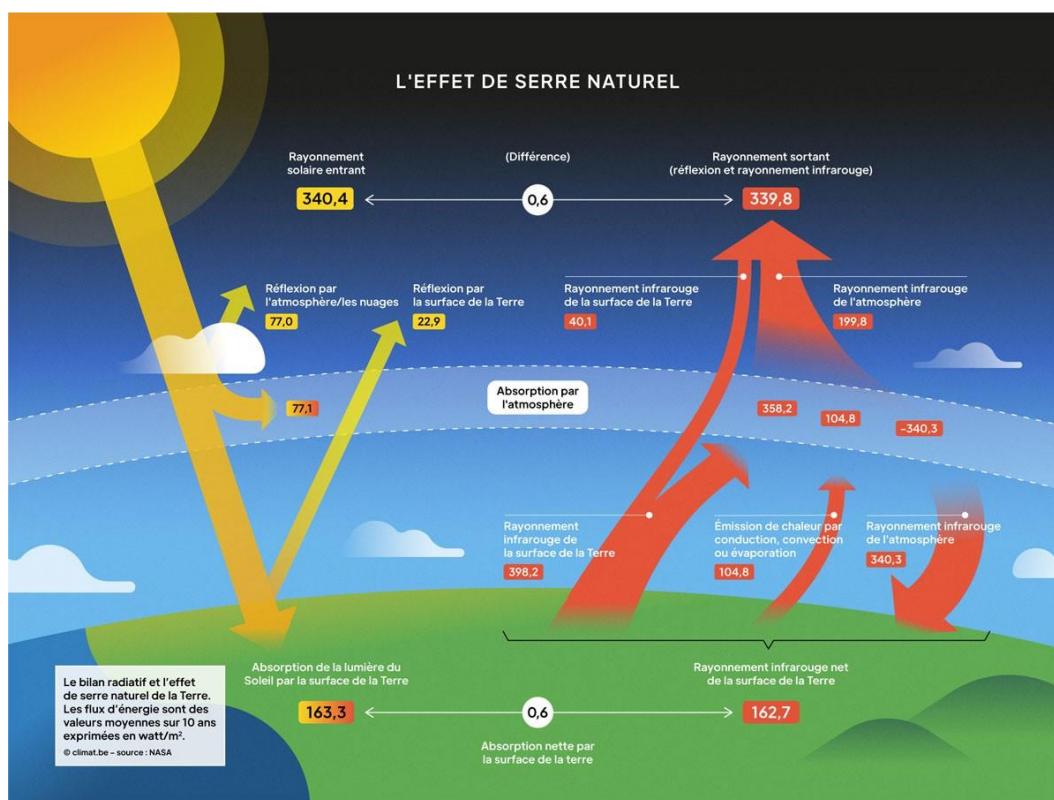


FIGURE 2 : SCHEMA RESUMANT L'EFFET DE SERRE (EFFET DE SERRE : UN PHENOMENE NATUREL, S. D.)

Les gaz à effet de serre sont des constituants gazeux de l'atmosphère (naturels ou anthropogènes). Ils sont pour la plupart transparents aux rayonnements envoyés par le Soleil mais opaques aux rayonnements infrarouges émis par la surface de la Terre. Ainsi, ces GES qui « piègent la chaleur », la réémettent dans l'atmosphère, contribuant au réchauffement de cette dernière (*Qu'est-ce qu'un gaz à effet de serre ?*, 2024).

D'après l'arrêté du 25 janvier 2016 relatif aux gaz à effet de serre couverts par les BEGES et les Plans Climat-Air-Energie Territoriaux (PCAET), les principaux gaz à effet de serre considérés sont :

- le dioxyde de carbone (CO₂) ;
- le méthane (CH₄) ;
- le protoxyde d'azote (N₂O) ;
- les hydrofluorocarbones (HFC) ;
- les hydrocarbures perfluorés (PFC) ;
- l'hexafluorure de soufre (SF₆) ;
- le trifluorure d'azote (NF₃).

L'effet de serre est un processus tout à fait naturel et vital, permettant d'assurer notre condition de vie sur Terre (« Qu'est-ce-que l'effet de serre? », 2019). Sans ce phénomène, par lequel la Terre se réchauffe, la température moyenne sur la surface terrestre serait de -18°C ce qui rendrait la planète inhabitable pour les humains. Pour reprendre les termes de Jean-Marc Jancovici, on peut parler de « phénomène bénéfique » mais surtout d'un équilibre naturel ; résultant d'une harmonie entre énergie entrante et énergie sortante (Jancovici, 2003).

Cependant, on constate depuis plusieurs décennies qu'il n'est plus question d'un « équilibre naturel ». Depuis les années 70, la communauté scientifique constate « sans ambiguïté » une accélération importante des émissions de GES issues des activités humaines au moment de la Révolution Industrielle au XVIII^{ème} siècle. Ces activités humaines comprennent notamment la combustion d'énergies fossiles, l'utilisation d'engrais, le développement de procédés industriels, la déforestation ou encore l'intensification des pratiques agricoles (« Qu'est-ce-que l'effet de serre? », 2019). Ces activités induisent une augmentation drastique et artificielle des concentrations de GES qui amplifient l'effet de serre naturel, ce qui est à l'origine du dérèglement du climat et plus précisément, du **réchauffement climatique** (*Qu'est-ce qu'un gaz à effet de serre ?*, 2024).

Une répétition n'étant jamais de trop ; les effets du changement climatique sont de plus en plus alarmants : phénomènes météorologiques extrêmes de plus en plus fréquents, destruction du vivant, limitation des ressources naturelles, famines, guerres...(Conséquences du changement climatique - Commission européenne, s. d.). Cela en fait donc : « *le plus grand défi de l'histoire de l'humanité* » (Barrau, 2019).

B. L'UTILITE DU BILAN CARBONE

C'est donc dans un contexte de mise en place de politiques et d'actions visant à limiter les impacts du réchauffement climatique que s'inscrit le Bilan de Gaz à Effet de Serre (BEGES).

Un bilan carbone « *prend en compte la globalité des émissions de GES, directes ou indirectes, pour tous les flux physiques d’une organisation sans lesquels le fonctionnement de celle-ci ne serait pas possible* » (*Comment établir le bilan carbone d’une entreprise ?*, s. d.). Outil répandu en France depuis 2006, il permet aux entreprises et organismes publics de proposer une estimation des émissions de GES induites par son activité ou de « mesurer leur impact climatique ». Le but est de concevoir un plan de réduction des émissions de GES pour limiter le changement climatique. C’est également un dispositif qui contribue à l’anticipation des « contraintes » réglementaires à venir sur les émissions de GES ; mais aussi l’orientation des politiques environnementales et sociétales (*En 2023, le bilan BEGES obligatoire se renforce*, 2023).

Aujourd’hui en France et d’après l’Article L 229 du code de l’environnement, l’élaboration d’un BEGES s’impose aux organismes privés et publics. Il est obligatoire tous les 4 ans pour les entreprises de plus de 500 salariés en métropole et plus de 250 en outre-mer. Pour les services de l’Etat, les collectivités territoriales de plus de 50 000 habitants ainsi que les établissements publics de plus de 250 agents, le processus doit être renouvelé tous les 3 ans (Article L229-25 - Code de l’environnement, 2023).

C. REGLEMENTATION

La méthodologie Bilan Carbone® est portée par l’Association pour la transition Bas Carbone (ABC) ; elle même créée par l’Agence de l’Environnement et de la Maîtrise de l’Énergie (ADEME) et l’Association des Professionnels en Conseil Climat Energie et Environnement (APCC), dans le but de diffuser des méthodes et des outils communs contribuant à la lutte contre le réchauffement climatique (*Evolution de la méthode Bilan Carbone®*, s. d.). C’est un outil de suivi des émissions carbone qui s’articule notamment avec d’autres dispositifs liés aux thématiques des GES tels que le Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET) ou les audits énergétiques.

Ce module Bilan Carbone® énonce l’ensemble des obligations méthodologiques en phase avec les références législatives et réglementaires de la loi L.229-25 du code de l’environnement ; et il est dédié à l’ensemble des organisations concernées par la réalisation de ces bilans, que l’on appelle Personnes Morales (Article L229-25 - Code de l’environnement, 2023). Une personne Morale est définie comme une « *organisation à laquelle est reconnue une personnalité juridique distincte de celle de ses membres. On distingue les Personnes Morales de droit privé (ex : société, syndicat, association) et les Personnes Morales de droit public (ex : État, département, établissement public, collectivité locale). La Personne Morale est identifiée par son numéro SIREN.* » (*Méthode pour la réalisation des bilans d’émissions de gaz à effet de serre - ADEME*, 2022).

Cette méthodologie est également en cohérence avec la norme ISO 14064-1 de 2018. Cette dernière est une norme internationale de l’Organisation Internationale de Normalisation (International Organization for Standardization – ISO) qui explicite les exigences applicables en lien avec la quantification des émissions de GES et les principes de rédaction relatifs aux travaux de comptabilisation. Cette norme inclut des critères d’exactitude et de complétude des données, de cohérence des méthodes choisies et de transparence des analyses et de leur divulgation (*ISO 14064-1:2018 - Gaz à effet de serre - Partie 1: Spécifications et lignes directrices, à l’usage des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions de gaz à effet de serre*, 2018).

D. LES ETAPES CLES D'UN BILAN GES²

La réalisation d'un Bilan Carbone s'effectue en 6 étapes (*Méthode pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre* - ADEME, 2022) :

1. Cadrage
2. Identification des sources et émissions
3. Collecte de données
4. Calcul du bilan et analyses
5. Plan de transition
6. Publication

Ces 6 paliers se présentent ainsi dans le Guide méthodologique pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre :

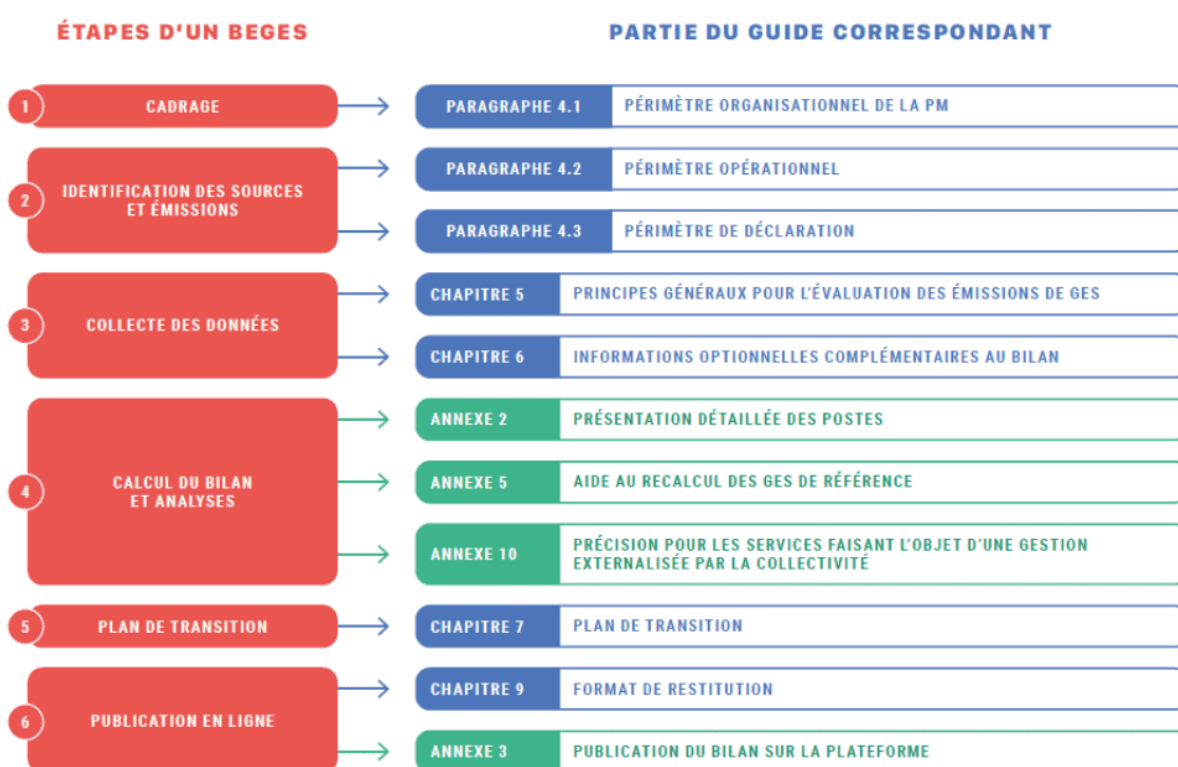


FIGURE 3 : ETAPES DE REALISATION D'UN BILAN DE GES (METHODE POUR LA REALISATION DES BILANS D'EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE - ADEME, 2022)

i. ETAPE 1 ET 2 : CADRAGE ET IDENTIFICATION DES SOURCES D'EMISSIONS

Ces deux premières étapes sont les plus importantes de BEGES : elles permettent de définir le périmètre général du bilan pour une année choisie. Un périmètre bien défini permet une estimation précise des émissions de GES, une restitution claire des résultats et un retour constructif sur les axes

² L'ensemble des éléments méthodologiques sont issus de la Méthode pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre de l'ADEME. Pour éviter d'alourdir le texte, la source ne sera mentionnée qu'une fois dans cette partie.

d'amélioration et les éléments manquants. C'est une étape qui contribue à une organisation efficace dans la récolte et le traitement des données.

Le périmètre se caractérise par 3 « sous-périmètres », à définir dans l'ordre qui suit :

- Le périmètre organisationnel
- Le périmètre opérationnel
- Le périmètre de déclaration

Le guide de référence explique la façon dont ces périmètres doivent être établis et les modalités qui leur sont associées.

- Le périmètre organisationnel

Le périmètre organisationnel constitue l'étape 1 du bilan : **le cadrage**. Il comprend l'ensemble des équipements et installations contrôlés par la Personne Morale et les émissions qui lui sont associées. En bref, ce sont l'ensemble des établissements (et des équipements qu'il contrôle et exploite) qui sont identifiés sur un même SIREN.

La norme ISO 14064-1 propose 2 approches pour déterminer le périmètre organisationnel : l'approche « part du capital » ou l'approche « contrôle » (*ISO 14064-1:2018 - Gaz à effet de serre - Partie 1: Spécifications et lignes directrices, à l'usage des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions de gaz à effet de serre*, 2018). C'est cette dernière qui est préconisée par le Guide méthodologique pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre.

L'approche contrôle peut être abordée elle aussi de deux façons : on parlera de contrôle financier ou opérationnel. Le contrôle opérationnel se concentre sur toutes les émissions provenant des activités et installations que la structure contrôle et exploite. Cette approche est privilégiée lorsque le but du BEGES est de proposer des mesures de réductions directes des émissions. L'approche du contrôle financier, elle, est davantage pertinente pour les structures plus complexes et pour lesquelles l'empreinte carbone est un indicateur d'investissements financiers.

- Le périmètre opérationnel

Le périmètre opérationnel et le périmètre de déclaration forme l'étape 2 du bilan : **identification des sources et émissions**.

Le périmètre opérationnel prend en compte l'ensemble des émissions de GES liées aux opérations du périmètre organisationnel, ventilées par catégorie et/ou par poste d'émissions. Il inclut les émissions dites directes et indirectes. Les émissions directes sont liées à des sources directement possédés et/ou contrôlés par la structure alors que les émissions indirectes sont issues des activités d'usage, d'exploitation et de contrôle qui ne dépendent pas directement de la Personne Morale.

Ces deux groupes (émissions directes et indirectes) permettent de classer les émissions en 6 grandes catégories proposées par la norme ISO 14064-1 (*ISO 14064-1:2018 - Gaz à effet de serre - Partie 1: Spécifications et lignes directrices, à l'usage des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions de gaz à effet de serre*, 2018) :

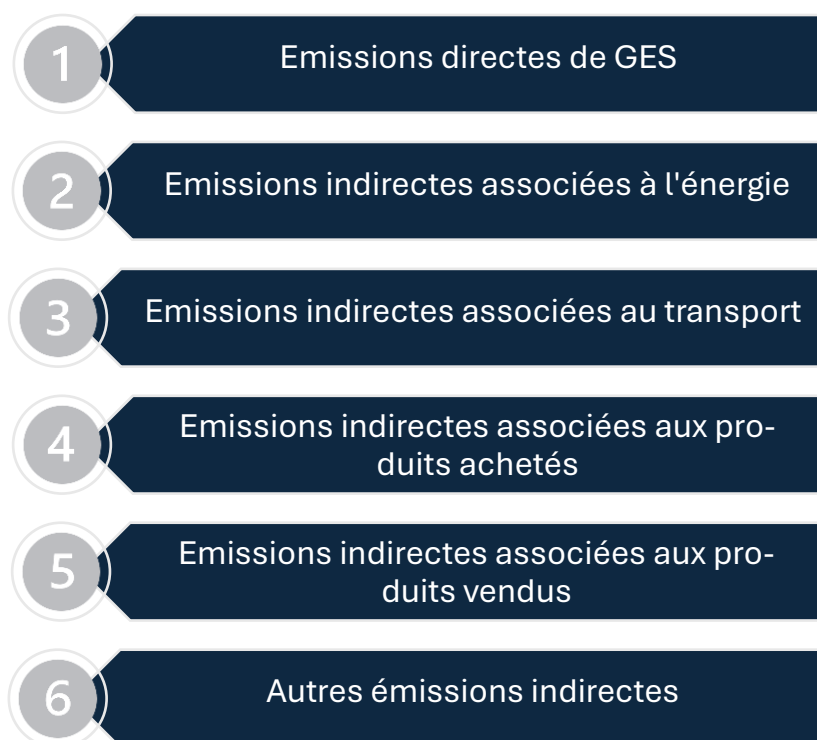


FIGURE 4 : LISTE DES CATEGORIES D'EMISSIONS DE LA NORME ISO 14064-1 (METHODE POUR LA REALISATION DES BILANS D'EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE - ADEME, 2022)

Chacune de ces catégories doit ensuite être décomposée en poste d'émissions, c'est-à-dire un « ensemble d'émissions de GES provenant de sources ou de types de sources homogènes » (le détail de ces groupes est disponible à l'annexe 1 de ce rapport). (*Méthode pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre - ADEME, 2022*).

Plus simplement, le périmètre opérationnel permet d'identifier toutes les sources d'émissions et de lister les données nécessaires à l'estimations des émissions de GES.

- Le périmètre de déclaration

La définition du périmètre organisationnel et du périmètre opérationnel nous amène à établir le périmètre de déclaration. Ce dernier résulte de choix concernant le fait de comptabiliser ou non les émissions du périmètre opérationnel. De façon plus claire, l'article du code de l'environnement R. 229-47 impose d'identifier dans les émissions indirectes, celles qui sont significatives. Cette sélection se fait en définissant des critères permettant d'évaluer la part qu'occupe un poste ou une source d'émission dans le bilan global (Article R229-47 - Code de l'environnement, 2023).

A titre d'exemple, on peut choisir d'exclure un poste d'émissions du périmètre de déclaration lorsque des données sont inaccessibles ou encore s'il représente une part minime par rapport à un ou plusieurs autres postes dans la même catégorie. Notons qu'à terme, l'objectif est de prendre en compte la totalité des émissions de la Personne Morale (significative ou non). Alors, si un poste est exclu, il doit nécessairement être pris en compte dans les prochains bilans.

ii. ETAPE 3 : COLLECTE DES DONNEES

La troisième grande étape préconisée par le Guide méthodologique pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre est la **collecte des données**. Pour une année choisie, il est

essentiel d'identifier et lister les sources d'émissions pour chaque grande catégorie³. Elles seront par la suite collectées auprès des différents services et entités de la Personne Morale.

Ce sont 4 grandes catégories de données qui sont présentées dans le guide :

Type de données	Description
Données primaires	Données observées, prélevées à partir des systèmes d'information et relevés physiques appartenant ou exploités par la collectivité ou l'entreprise (ou une société dans sa chaîne d'approvisionnement).
Données secondaires	Données génériques ou données moyennes provenant de sources publiées, qui sont représentatives des activités de l'entreprise ou de ses produits ou de la collectivité et son territoire.
Données extrapolées	Données primaires ou secondaires liées à une activité similaire qui sont adaptées ou personnalisées à une nouvelle situation.
Données approchées	Données primaires ou secondaires liées à une activité semblable qui peuvent être utilisées en lieu et place de données représentatives. Ces données existantes sont directement utilisées sans adaptation.

FIGURE 5 : CATEGORISATION DES CATEGORIES DE DONNEES RECUPERABLES POUR UN BEGES (METHODE POUR LA REALISATION DES BILANS D'EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE - ADEME, 2022)

La récolte des données est généralement plus difficile pour les catégories 2 à 6 (Annexe 1), c'est-à-dire les émissions indirectes. Pour pallier cet obstacle, l'ADEME met à disposition des guides sectoriels. Ces derniers servent à faciliter la démarche de bilan de GES pour un secteur ou une branche d'activité précise. On trouve notamment des guides pour l'agriculture et l'agroalimentaire, le numérique, la santé ou encore les travaux publics avec leurs enjeux respectifs, les démarches calculatoires, les retours d'expériences et des informations sur les co-acteurs du secteur en question.

iii. ETAPE 4 : CALCUL DU BILAN ET ANALYSES

La 4^{ème} étape porte sur **les calculs d'émissions de GES, leurs incertitudes et l'analyse des résultats**. Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) indiquent 3 méthodes pour cela (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories — IPCC, s. d.):

³ De façon logique, certaines Personnes Morales ne sont pas concernées par toutes les catégories, il suffit dans ce cas de l'indiquer dans le rapport final.

- Le calcul : on multiplie la donnée d'activité par un facteur d'émission
- Le mesurage : il consiste à multiplier les quantités directes de gaz émis par leur Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)⁴.
- Un mix entre mesurage et calcul qui dépend des postes

C'est généralement la méthode du calcul qui est utilisée. Notons que l'approche de mesurage peut être privilégiée pour les émissions directes, car plus précise.

Les facteurs d'émissions sont des « *coefficient multiplicateur rapportant les données d'activité aux émissions ou suppressions de GES.* ». Autrement dit, il permet à travers une multiplication, de mesurer l'impact climatique d'un poste d'émission grâce à un résultat en kg CO₂ eq (ou t CO₂ eq). L'avantage de ces facteurs d'émissions, c'est qu'ils prennent en compte le PRG des GES.

L'ADEME met à disposition une base de données environnementales appelée Base Carbone® qui contient un nombre conséquent de facteurs d'émissions, en lien avec les 6 grandes catégories mentionnées auparavant. Ces données s'accompagnent d'incertitudes, qui imposent une présentation transparente des résultats à travers des critères quantitatifs et qualitatifs.

La partie calculatoire est suivie d'une dimension analytique des résultats obtenus : éléments explicatifs dus à l'évolution des activités de la Personne Morale ou encore d'un changement d'organisation... Cette étape donne également lieu à une mise à jour des bilans de GES sur les années précédentes entraînées par l'utilisation de méthodes de calculs plus précises ou de la prise en compte de nouveaux postes d'émissions.

iv. ÉTAPE 5 : PLAN DE TRANSITION

L'avant-dernière étape d'un BEGES est la mise en œuvre du **plan de transition**. Elle constitue la finalité de la réalisation du bilan carbone. Ce plan de transition doit présenter les actions et les moyens envisagés par la Personne Morale sur le court, moyen et long terme pour limiter son impact sur le changement climatique. Il se structure selon les axes dominants stratégiques de l'organisation et présente des volumes globaux de réductions des émissions de GES ainsi que les moyens humains et financiers mis en œuvre pour lancer les changements. Il est conseillé dans le Guide méthodologique pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre de mettre en lumière les actions demandant les investissements les plus conséquents ainsi que les actions ayant les potentiels de réduction les plus importants.

La trajectoire du plan de transition doit être en ligne avec les objectifs globaux et sectoriels de la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) dont le contenu sera explicité plus tard dans ce rapport.

v. ÉTAPE 6 : PUBLICATION EN LIGNE

L'ensemble des éléments cités dans les étapes 1 à 5 doivent être présentés sous forme de publication qui doit obligatoirement contenir :

- Une présentation de la Personne Morale
- L'année de reporting sur le périmètre

⁴ Le PRG est un facteur qui décrit l'impact d'un gaz sur le climat en se basant sur le pouvoir réchauffant de celui-ci, rapporté au pouvoir réchauffant de la même masse de dioxyde de carbone. Par convention, le CO₂ a un PRG de 1, ce qui le rend la base de comparaison pour les autres gaz. Le méthane qui a un PRG de 28 à 30 sur 100 ans signifie que sur une période de 100 ans, un kilogramme de méthane a le même effet de réchauffement global que 28 à 30 kilogrammes de CO₂.

- Les émissions directes de GES
- Les émissions indirectes de GES
- Le plan de transition
- Les coordonnées des personnes chargées d'élaborer ce bilan

D'autres éléments tels que les informations concernant les incertitudes, les bases de données choisies ou encore les émissions évitées peuvent être ajoutés, dans une volonté de proposer un travail plus complet.

Pour terminer, le bilan devra être publié sur la plateforme administrée par l'ADEME, qui regroupe tous les BEGES. Ce sont des publications publiques consultables par tous et toutes. Les éléments publiés sur l'ADEME sont ensuite contrôlés par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL).

E. LA STRATEGIE NATIONALE BAS CARBONE

La Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte (LTECV) de 2015 a pour objectif d'accompagner la France dans ses actions pour lutter contre le dérèglement climatique et préserver l'environnement. Cette loi est accompagnée de nombreux plans d'actions et outils qu'elle met à disposition des entreprises, des territoires et autres organismes publics mais aussi les citoyens pour « *préparer l'après pétrole et à instaurer un modèle énergétique robuste et durable face aux enjeux d'approvisionnement en énergie, à l'évolution des prix, à l'épuisement des ressources et aux impératifs de la protection de l'environnement.* » (Loi de transition énergétique pour la croissance verte | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, s. d.). Parmi la liste des objectifs qui figurent via cette loi, on trouve : la réduction des émissions de GES de 40% entre 1990 et 2030, une réduction de 50% de la quantité de déchets mis en décharge d'ici 2025 ou encore atteindre 50% de production nucléaire dans la production d'électricité à l'horizon 2050 (Loi de transition énergétique pour la croissance verte | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, s. d.).

La LTECV est portée par deux outils de pilotage nationaux et territoriaux : la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) et la **Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC)**.

La SNBC est définie comme « *la feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique* » en accord avec les engagements de la France dans le cadre des Accords de Paris. Ses deux objectifs principaux sont d'atteindre la neutralité carbone en 2050 et la réduction de l'empreinte carbone de la population française (Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 2022). Elle oriente les trajectoires de réduction des émissions de GES à court et long terme selon le découpage sectoriel suivant :

- Transport
- Agriculture et sylviculture
- Bâtiment
- Industrie
- Production d'énergie
- Déchets

La construction de la SNBC se base sur des ambitions fortes, promouvant l'équité entre nations, et la nécessité de fixer des objectifs réalistes. Elle vise également des « co-bénéfices » pour la santé, l'environnement, le social et l'économie à travers une « diversité d'options technologiques et comportementales » (*Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 2022*). Sa trajectoire générale peut être illustrée grâce au graphique suivant :

Évolution des émissions et des puits de GES sur le territoire français

entre 1990 et 2050 (en MtCO₂eq). Inventaire CITEPA 2018 et scénario SNBC révisée (neutralité carbone)

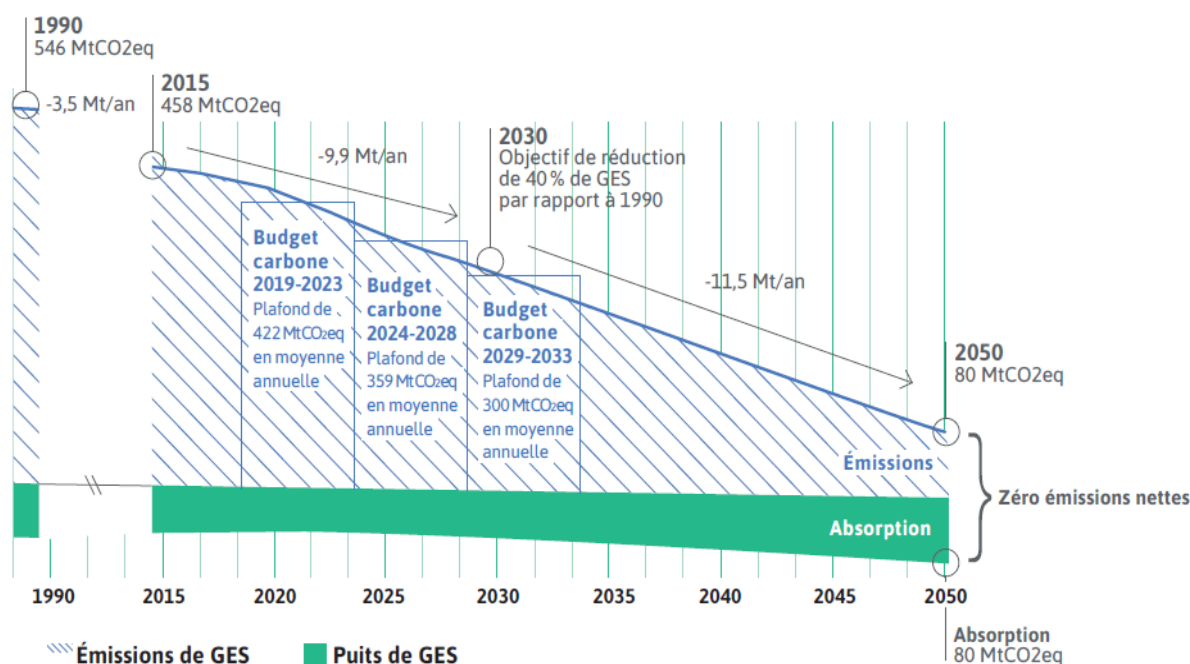


FIGURE 6 : EVOLUTION DES EMISSIONS DE GES EN FRANCE ET PROJECTIONS PORTEES PAR LA SNBC POUR 2030 ET 2050 (STRATEGIE NATIONALE BAS-CARBONE (SNBC) | MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET DE LA COHESION DES TERRITOIRES, 2022)

En termes de chiffres, la SNBC prévoit une réduction annuelle de 9,9 Mt CO₂ eq jusqu'en 2030 puis de 11,5 Mt CO₂ eq jusqu'en 2050. Cela correspond à une réduction globale des émissions de 35% pour 2030 par rapport à 2015 et de 83% pour 2050 par rapport à 2015.

Le tableau suivant résume les taux de réduction portés par la SNBC pour chaque secteur par rapport aux émissions de 2015 ; auxquels doit se référer le plan de transition du BEGES :

TABEAU 1 : TAUX DE REDUCTION DES EMISSIONS DE LA SNBC PAR RAPPORT A 2015 PAR SECTEUR (STRATEGIE NATIONALE BAS-CARBONE (SNBC) | MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET DE LA COHESION DES TERRITOIRES, 2022)

Secteur	Pourcentage de réduction pour 2030	Pourcentage de réduction pour 2050
Transport	-28%	Décarbonation complète
Agriculture	-19%	-46%
Bâtiment	-49%	Décarbonation complète
Industrie	-35%	-81%
Production d'énergie	-33%	Décarbonation complète
Déchets	-35%	-66%

III. LE BEGES 2023 DE L'INSA LYON

A. ORGANISATION DU STAGE

Nous étions 4 collaborateurs sur la réalisation du BEGES de l'INSA Lyon :

- Deux co-encadrants : Mme Chantal BERIDER pour l'aspect calculatoire et analytique et M Mathieu BOUYER sur la coordination générale du stage et le suivi de son avancement
- Deux stagiaires chargés de l'élaboration du BEGES : Mohamed BERKAN et moi-même

Les précédents bilans de GES de l'INSA Lyon ayant été effectués selon un découpage de 6 secteurs, nous avons décidé de nous les répartir pour les étapes de récolte, de traitement et d'analyse des données⁵. La deuxième grande étape consistait à produire, grâce aux résultats obtenus, des « micro plan de transition » pour chaque secteur et un plan de transition global pour l'établissement. Ce travail a donné lieu à la production de 2 documents clés et 10 diaporamas support :

- Le rapport détaillé du bilan de GES sur l'année 2023, que l'on nommera **BEGES 2023 INSA Lyon**, basé sur le Guide méthodologique pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre. Il contient l'ensemble des éléments réglementaires et explicatifs permettant une compréhension claire et transparente des émissions issues des activités de l'INSA Lyon.
- Le document de synthèse du bilan (**Synthèse BEGES 2023 INSA Lyon**) ; qui est un résumé du rapport détaillé. Il a pour vocation de transmettre sous forme concise et structurée l'essentiel du BEGES. Il présente les résultats, leur analyse et les grands axes du plan de transition pour que les individus qui composent l'INSA s'approprient plus facilement ce travail et les enjeux qui lui sont associés.
- Des diaporamas pour chacun des 10 départements de formation d'ingénieurs, proposant une analyse complète des mobilités académiques des étudiants : émissions totales, tendances générales et impact sur le bilan global⁶. Cela porte une dimension pédagogique et de sensibilisation à plus petite échelle, pour comprendre les conséquences des « politiques de mobilités » de chaque département sur les émissions de GES de l'établissement

Après répartition des tâches, mes missions principales ont été :

- La définition du périmètre d'application du BEGES
- Le traitement des secteurs de l'alimentation, des déplacements et de l'immobilisation
- La réalisation des supports mobilités académique des 10 départements
- La production du document de synthèse
- La rédaction du plan global de transition
- La co-rédaction du rapport détaillé du BEGES 2023

⁵ Nous avons appliqué cette répartition pour les années 2021, 2022 et 2023

⁶ Etant donné que ce sont des supports très similaires, un seul de ces diaporamas sera fourni dans ce rapport en annexe, à titre d'exemple

Les éléments qui constituent cette partie sont majoritairement issus de la feuille de calculs détaillée du BEGES de l'INSA Lyon depuis 2009 et du rapport BEGES 2023 INSA Lyon qui est disponible en annexe.

L'INSA Lyon est localisé sur deux campus : LyonTech-La Doua à Villeurbanne et l'Include Campus à Oyonnax. Financé dans le cadre du projet « INCLUDE, une Université Inclusive », les infrastructures à Oyonnax ont ouvert leur porte très récemment, à la rentrée de 2023. Cette installation récente nous a amené à faire le choix de ne pas prendre en compte les activités du campus d'Oyonnax.

- Activités de formation
- Activités de recherches
- Activités administratives et de gestion

[illegible]

19

Le détail des émissions et l'analyse des résultats sont exprimés selon un découpage sectoriel, adapté aux anciens travaux de l'INSA Lyon, au Guide méthodologique pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre ainsi qu'à la SNBC. Les 6 principaux secteurs d'émission considérés pour l'INSA Lyon sont donc :

- Energie
- Déchets
- Déplacements
- Achats (divisés en 3 postes d'émissions)⁷ :
 - Alimentation
 - Immobilisations
 - Intrants

Le périmètre choisi pour l'INSA Lyon pourrait finalement être résumé ainsi :

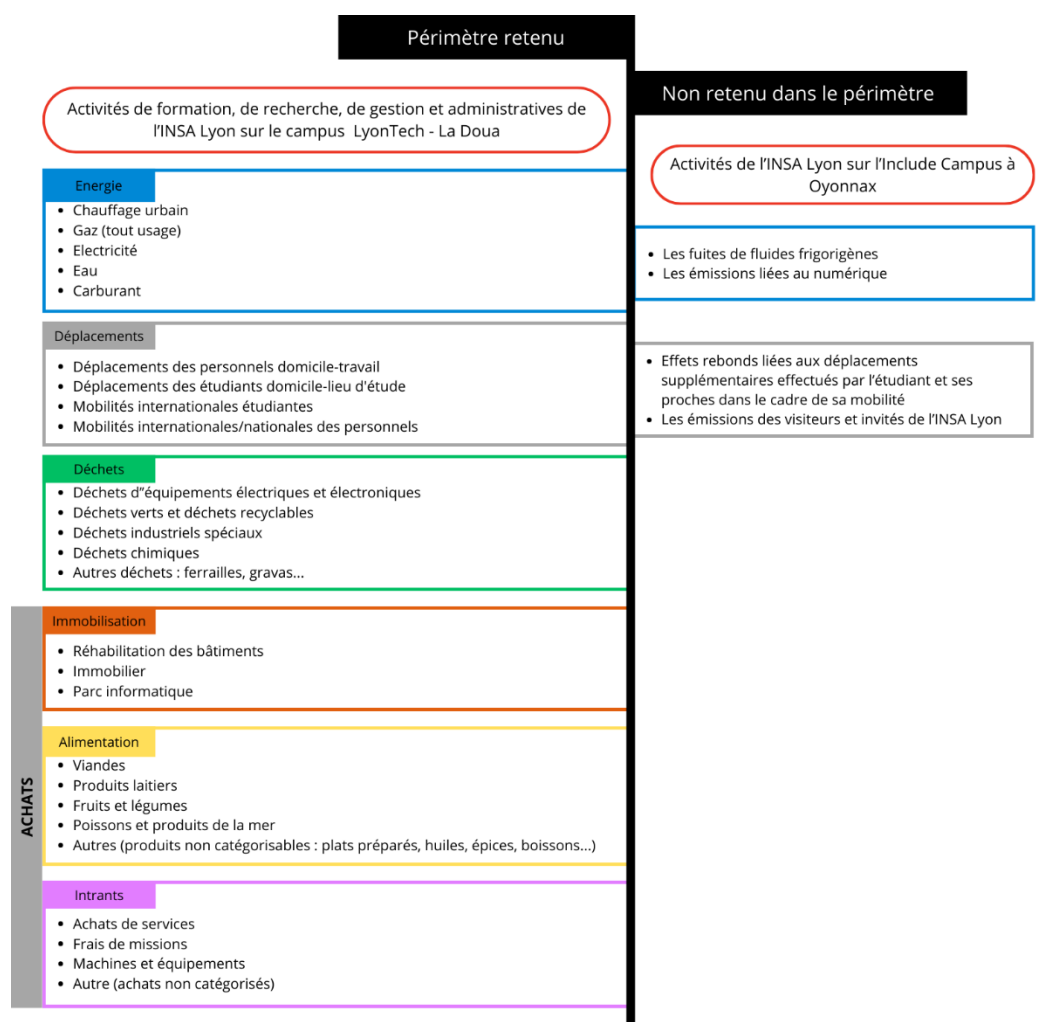


FIGURE 8 : PERIMETRE DU BEGES 2023 DE L'INSA LYON

⁷ La méthodologie du Bilan Carbone® présente les Immobilisations de biens, les Achats de biens et de service comme des sous-catégories des émissions indirectes liées aux produits achetés ; ce qui explique pourquoi le secteur des achats est « découpé » en trois grandes parties.

C. RESULTATS OBTENUS ET ANALYSES

Nous présenterons dans cette partie les résultats généraux englobant tous les secteurs délimités par le périmètre et nous fournirons la démarche détaillée pour un secteur à titre d'exemple ; celui des déplacements.

i. RESULTATS GLOBAUX

En 2023, le bilan carbone de l'INSA Lyon s'élève 15 559 t CO₂ eq. Les émissions par secteur se traduisent à travers le graphique suivant :

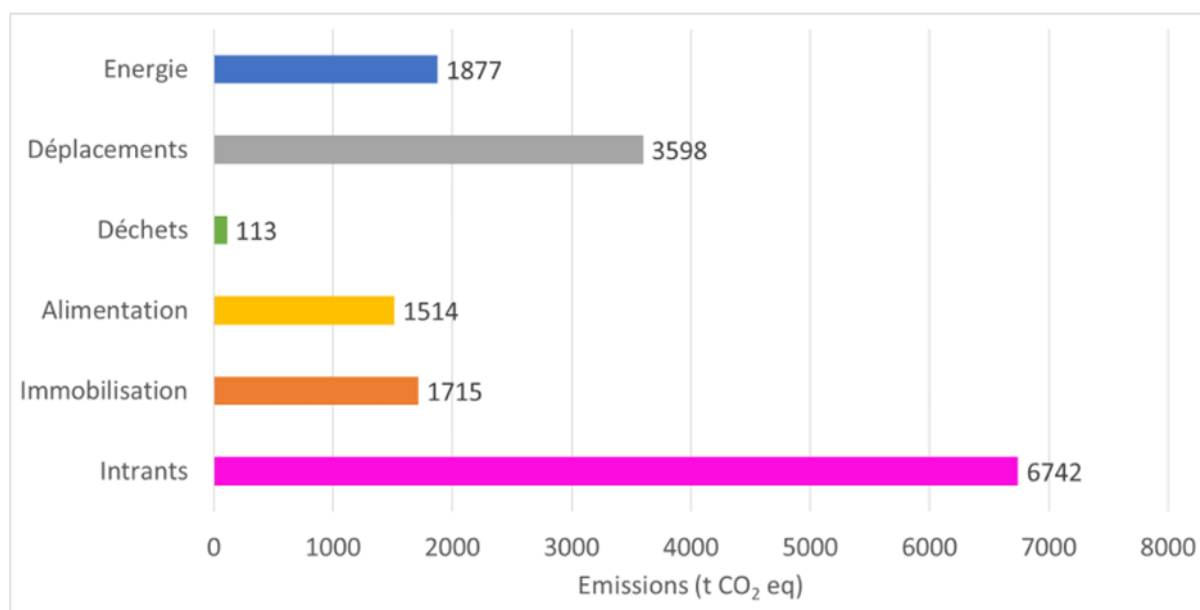


FIGURE 9 : EMISSIONS DE L'INSA LYON EN 2023 PAR SECTEUR

On constate que le poste le plus émissif est celui des intrants (équivalent aux achats hors alimentation et immobilisation), suivi des déplacements, puis l'énergie, l'immobilisation et l'alimentation dans des proportions similaires et enfin le secteur des déchets.

Le schéma qui suit illustre la part qu'occupe chacun de ces secteurs dans le bilan global :

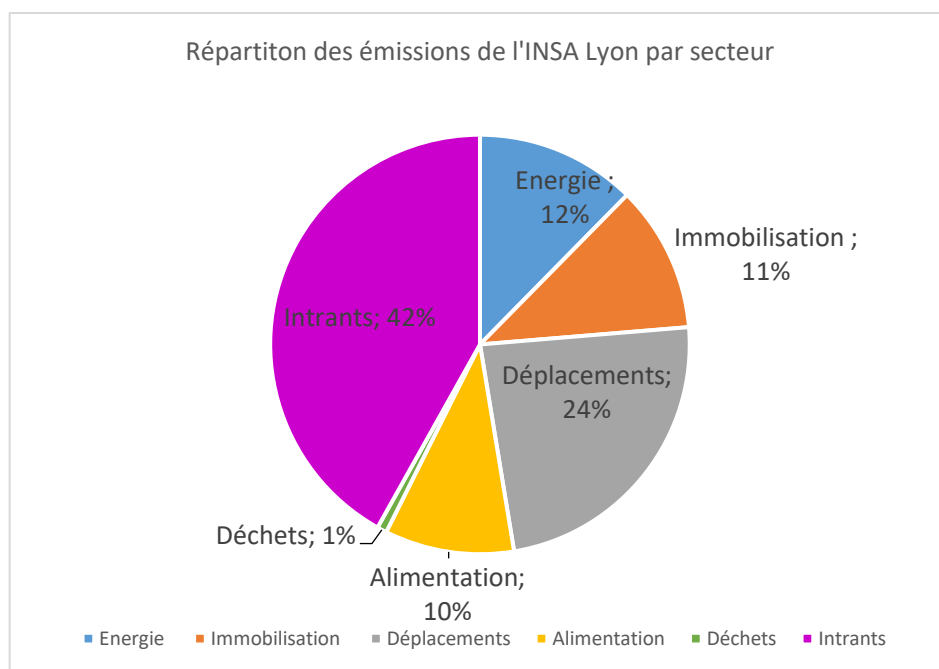


FIGURE 10 : DECOMPOSITION DES EMISSIONS GLOBALES DE L'INSA LYON EN 2023 PAR SECTEUR

Lors de la 3^{ème} session de l'assemblée pour la transition écologique et sociale de l'INSA Lyon, Michel Eddi ; haut fonctionnaire au développement durable au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (MESR), avait déclaré que le secteur des achats présentait généralement la plus grande part d'un bilan carbone ; et même généralement plus de 50% des émissions de la Personne Morale. C'est en effet le cas pour l'INSA Lyon. Pour rappel, le secteur des achats est divisé en trois secteurs : les intrants, représentant la plus grande part des achats, les immobilisations ainsi que l'alimentation. Ces trois secteurs réunis représentent 9 971 t CO₂ eq soit 63% des émissions totales de l'INSA en 2023.

Le secteur des déplacements occupe aussi un part non négligeable du bilan. Avec plus de 20% des émissions, il devient l'un des axes prioritaires à traiter dans le plan de transition.

Les détails concernant l'énergie, l'immobilisation et l'alimentation sont disponibles dans le rapport BEGES 2023 INSA Lyon : chacun d'entre eux représente respectivement 12%, 11% et 10% des émissions.

Pour terminer, le secteur des déchets ne compose qu'une part infime du bilan de l'établissement. Avec seulement 1% des émissions, c'est un secteur négligeable du point de vue des émissions totales de GES.

Si l'on rapporte ces résultats pour un individu INSA Lyon (étudiants et personnels confondus), on obtient 2,114 t CO₂ eq par personne en 2023.

ii. LE SECTEUR DES DEPLACEMENTS

Les déplacements sont à l'origine de 3 598 ± 2 410 t CO₂ eq soit 24% des émissions totales de l'INSA Lyon. Les émissions de GES associées à ce secteur comprennent :

- Les déplacements quotidiens des personnels de leur domicile à leur lieu de travail
- Les déplacements quotidiens des étudiants depuis leur domicile à leur lieu d'étude

- Les mobilités académiques
- Les missions des personnels (en France et à l'international).

Les incertitudes globales de ces émissions, issues de l'ADEME, s'élèvent à 67%. Cette valeur correspond à un cumulé des incertitudes de chaque sous-catégorie de déplacement qui sont regroupées dans le tableau suivant :

TABEAU 2 : INCERTITUDES DU SECTEUR DES DEPLACEMENTS

Sous-catégorie de déplacement	Incertitude associée
Déplacements domicile-travail	60%
Déplacements domicile-lieu d'étude	60%
Mobilités académiques	70%
Mobilités professionnelles	80%

Les figures ci-dessous illustrent la part occupée par sous-catégorie de déplacement en pourcentage et en t CO₂ eq. On se rend compte que les mobilités académiques sont largement dominantes et représentent la moitié des émissions liées au transport. Elles sont suivies des déplacements domicile-travail des personnels (26% des émissions) ; et enfin les mobilités professionnelles ainsi que les déplacements domicile-lieu d'étude qui occupent respectivement 10% et 14% des émissions.

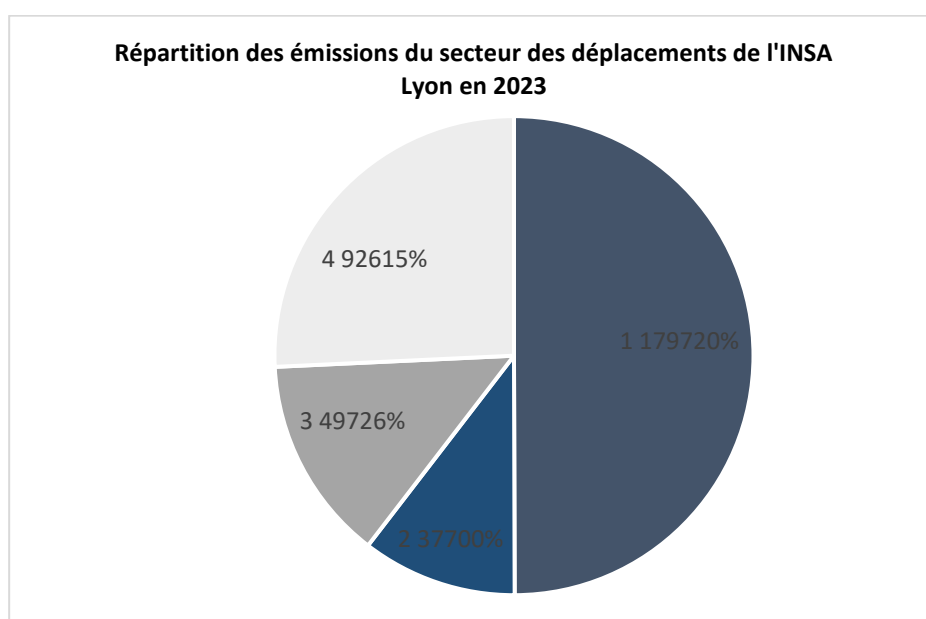


FIGURE 11 : DECOMPOSITION DU SECTEUR DES DEPLACEMENTS DE L'INSA LYON EN 2023

TABEAU 3 : EMISSIONS DES POSTES DU SECTEUR DES DEPLACEMENTS

Type de déplacement	Emissions (en t CO ₂ eq)
Mobilités académiques	1797
Mobilités professionnelles	377
Domicile-lieu d'étude	497
Domicile-travail	926

Détaillons à présent le secteur des déplacements

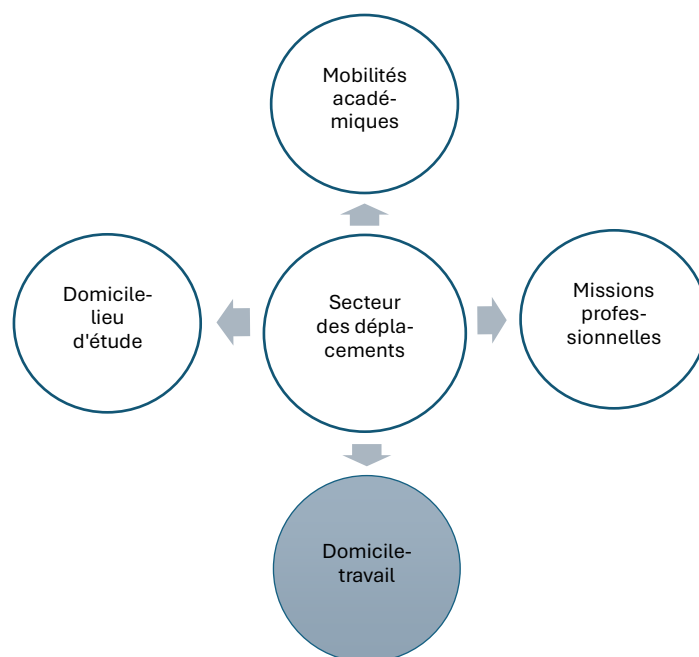


FIGURE 12 : SCHEMATISATION DU SECTEUR DES DEPLACEMENTS

- Les déplacements domicile-travail

Les émissions liées aux déplacements domicile-travail sont à l'origine de 926 ± 556 t CO₂ eq soit 26% des émissions du secteur des déplacements.

Le taux d'incertitude, s'élevant à 60%, correspond aux de facteurs d'émissions choisis pour chaque mode de transport. Ils sont regroupés dans le tableau suivant :

TABEAU 4 : INCERTITUDES LIEES AU DEPLACEMENTS QUOTIDIENS

Type de transport	Facteurs d'émissions			
	valeur	unité	incertitude (ADEME)	hypothèse
Méto/Tramway	0,00329	kgCO ₂ e/passager*km	60%	Méto, tramway, trolleybus/2018/Agglomération > à 250 000 habitants
Bus	0,151	kgCO ₂ e/passager*km	60%	Autobus moyen/Agglomération de plus de 250 000 habitants
Voiture - personnelle	0,153	kgCO ₂ e/passager*km	60%	Voiture moyenne/Courte distance/2018 (on fait le choix de ne pas rentrer dans la distinction entre gazole/essence/autres puisque les données obtenues ne le permettent pas)
Voiture - covoiturage	0,14382	kgCO ₂ e/passager*km	60%	D'après un rapport du Shift Project, le covoiturage permet une réduction de 6 à 27% des émissions de CO₂. On applique par défaut le pourcentage de réduction le plus faible, pour éviter d'estimer les émissions économisées à la hausse
Deux roues	0,0763	kgCO ₂ e/passager*km	60%	Cyclomoteur/Mixte/2018
TER - 2022	0,0277	kgCO ₂ e/passager*km	60%	TER/2022/Traction moyenne - base ADEME
Vélo/marche/mode "doux"	0	kgCO ₂ e/passager*km		On ne prend pas en compte l'émission lors de la construction du vélo, pas d'analyse ACV

Ces résultats ont été obtenus grâce à une enquête datant de 2016 appelée « MobiCampus ». Voici ensuite les hypothèses qui ont été appliquées pour simplifier la démarche tout en obtenant des résultats représentatifs de la réalité :

- Les parts d'utilisateurs associées à chaque type de transport sont issues de moyennes sur l'enquête
- Les conversions entre temps de parcours et distance parcourue sont faites arbitrairement, basées sur les estimations des précédents BEGES de l'INSA Lyon.
- On considère que le vélo, au même titre que la marche, n'émet pas de CO₂ eq : on considère que son impact est négligeable comparé aux autres modes de transports

Nous avons ensuite établi une liste des modes de transports au regard des résultats obtenus :

- Métro/tramway
- Bus
- Voiture personnelle
- Voiture en covoiturage
- Deux roues
- Train
- Modes doux : vélo et marche

Le graphique qui suit, décomposant les émissions de CO₂ eq par mode de transport, permet de dire que celles associées à l'usage de la voiture sont largement dominantes sur le reste : elles occupent 68% des émissions issues des déplacements domicile-travail. Nous avons constaté que les usagers privilégiant la voiture sont principalement celles et ceux pour qui le temps de trajet est relativement long, pouvant aller de 15 à 150 min.

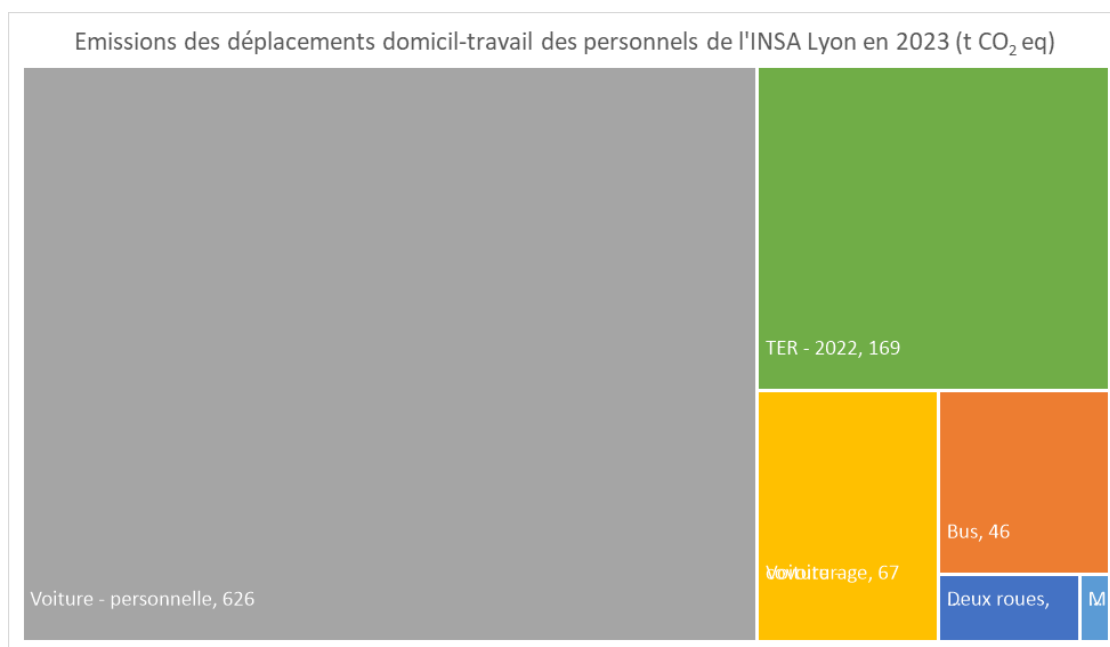


FIGURE 13 : DECOMPOSITION DES EMISSIONS ISSUES DES DEPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL

- Les déplacements domicile-lieu d'étude

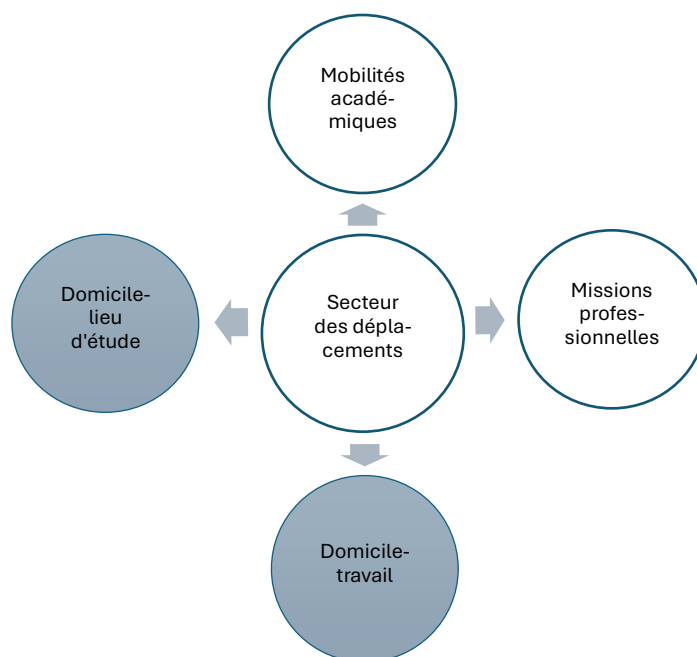


FIGURE 14 : SCHEMATISATION DU SECTEUR DES DEPLACEMENTS

Les émissions issues des déplacements domicile-lieu d'étude sont à l'origine de 497 ± 298 t CO₂ eq soit 14% des émissions du secteur des déplacements.

Les calculs sur les déplacements quotidiens des étudiants entre leur domicile et leur lieu d'étude sont également basés sur l'enquête MobiCampus de 2016. Ainsi, les hypothèses et sources d'incertitudes sont les mêmes que pour les déplacements domicile-travail.

De manière générale, on note que :

- Plus de 80 % des étudiants optent pour les mobilités douces, c'est-à-dire la marche ou le vélo et 14% d'entre eux se rendent sur leur lieu d'étude en transports en commun : métro, tram, bus ou train
- Seulement 3% sont en voiture et 1% en covoiturage

Les résultats qui suivent permettent de dire que plus de 94% des étudiants se déplacent via des modes de transports durable au quotidien. Ils s'expliquent d'abord par le fait que l'INSA a la capacité de loger une grande partie de ses étudiants sur le campus : l'établissement dispose de 11 résidences pouvant accueillir environ 3200 étudiants. De plus, le développement des réseaux de transports par la métropole Lyonnaise et le réaménagement du campus récent ont contribué à l'obtention de ces résultats. Par exemple, de nombreuses places de parking aux alentours de l'établissement ont été remplacées par des espaces verts et des piste cyclables, encourageant l'usage des mobilités douces.

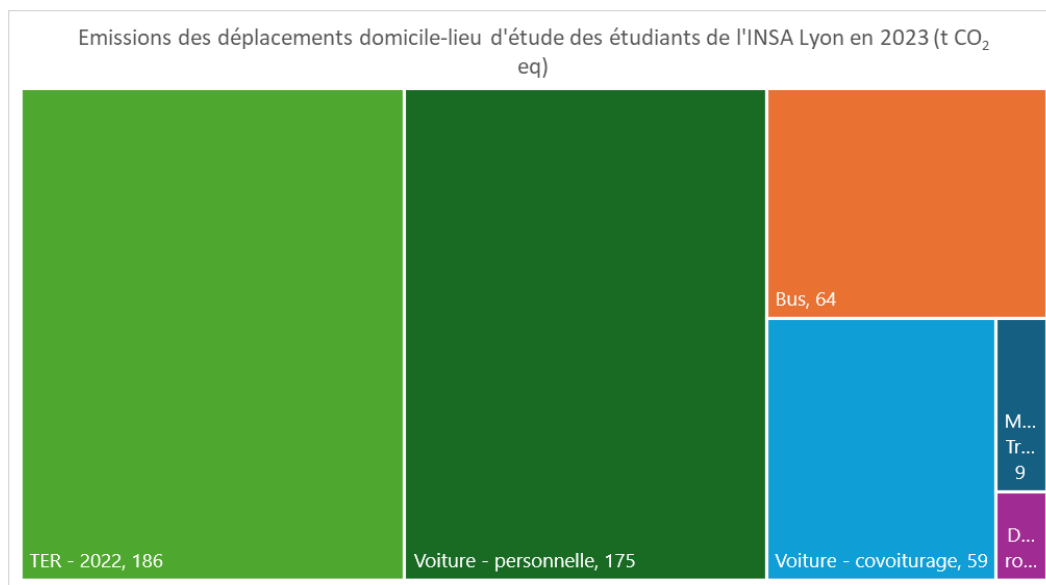


FIGURE 15 : DECOMPOSITION DES EMISSIONS ISSUES DES DEPLACEMENTS DOMICILE-LIEU D'ETUDE

- Les mobilités académiques

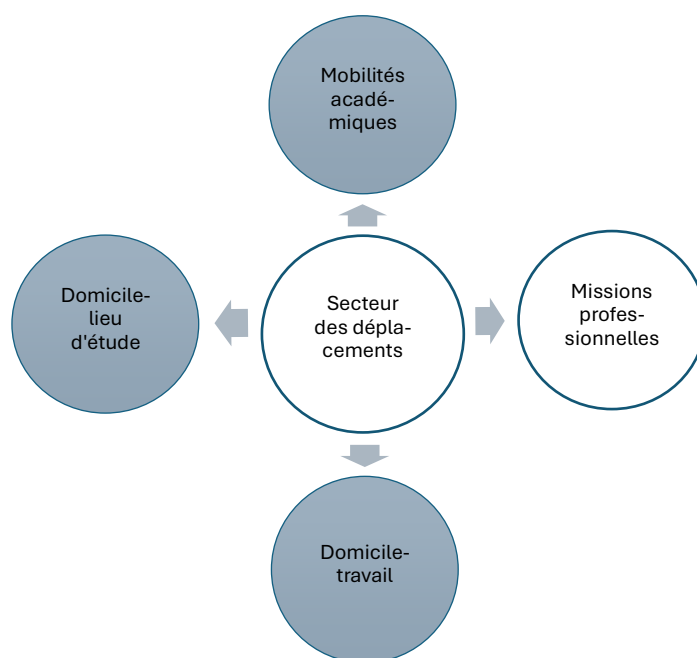


FIGURE 16 : SCHEMATISATION DU SECTEUR DES DEPLACEMENTS

Les émissions liées aux mobilités académiques sont à l'origine de 1797 ± 1258 t CO₂ eq soit 50% des émissions du secteur des déplacements et 11% du bilan global de l'INSA Lyon. Ce sous-secteur peut être décomposées en 4 grands groupes de déplacements :

- Les mobilités académiques
- Les mobilités de stages
- Les mobilités de Projet d'Initiation à la Recherche et au Développement (PIRD) et Stages d'Initiation à la Recherche et au Développement (SIRD)

- Les mobilités entrantes

Cette partie étant relativement conséquente en termes de récolte et traitement de données, des hypothèses « simplificatrices » suivantes ont été faites :

- Tous les trajets pour l'étranger sont effectués en avion
- On considère que le départ de chaque déplacement se fait depuis l'aéroport de Lyon Saint Exupéry
- On prend les distances à vol d'oiseau données par l'ADEME de l'aéroport à la ville de destination
- On considère que les mobilités entrantes sont à comptabiliser par l'INSA Lyon
- On considère qu'une mobilité est un aller-retour dans le pays de destinations et on ne comptabilise pas les effets rebonds de celle-ci⁸

Les facteurs d'émissions s'appliquent selon la distance entre l'aéroport de Lyon Saint Exupéry et la ville de destination : on parle de court, moyen ou long courrier. Ils sont regroupés dans le tableau suivant et portent tous une incertitude de 70%, qui sera donc le taux global sur cette catégorie de déplacements.

TABEAU 5 : FACTEUR D'EMISSIONS SELON LE TYPE DE TRAJET EFFECTUE (TRAJETS AERIENS)

Type de trajet	Facteur d'émissions associé (kg CO ₂ eq/km)
Court-courrier (<1000 km)	0,258
Moyen-courrier (entre 1000 et 3500 km)	0,187
Long-courrier (> 3500 km)	0,152

Sur le graphique qui regroupe les émissions de GES par département de spécialité ingénieur, on constate qu'un département est à l'origine de la plus grande part d'émissions est Génie Mécanique (GM) ; c'est aussi le département avec l'effectif le plus grand de l'INSA. Il est suivi d'IF, puis de GE.

⁸ Les effets rebond font référence à tous les déplacements supplémentaires effectués par l'étudiant dans le cadre de sa mobilité et de la venue de ses proches. Des travaux ont été effectués sur le sujet à l'INSA Lyon mais ils ne permettent pas pour l'instant d'estimer des tendances générales pour chaque département.

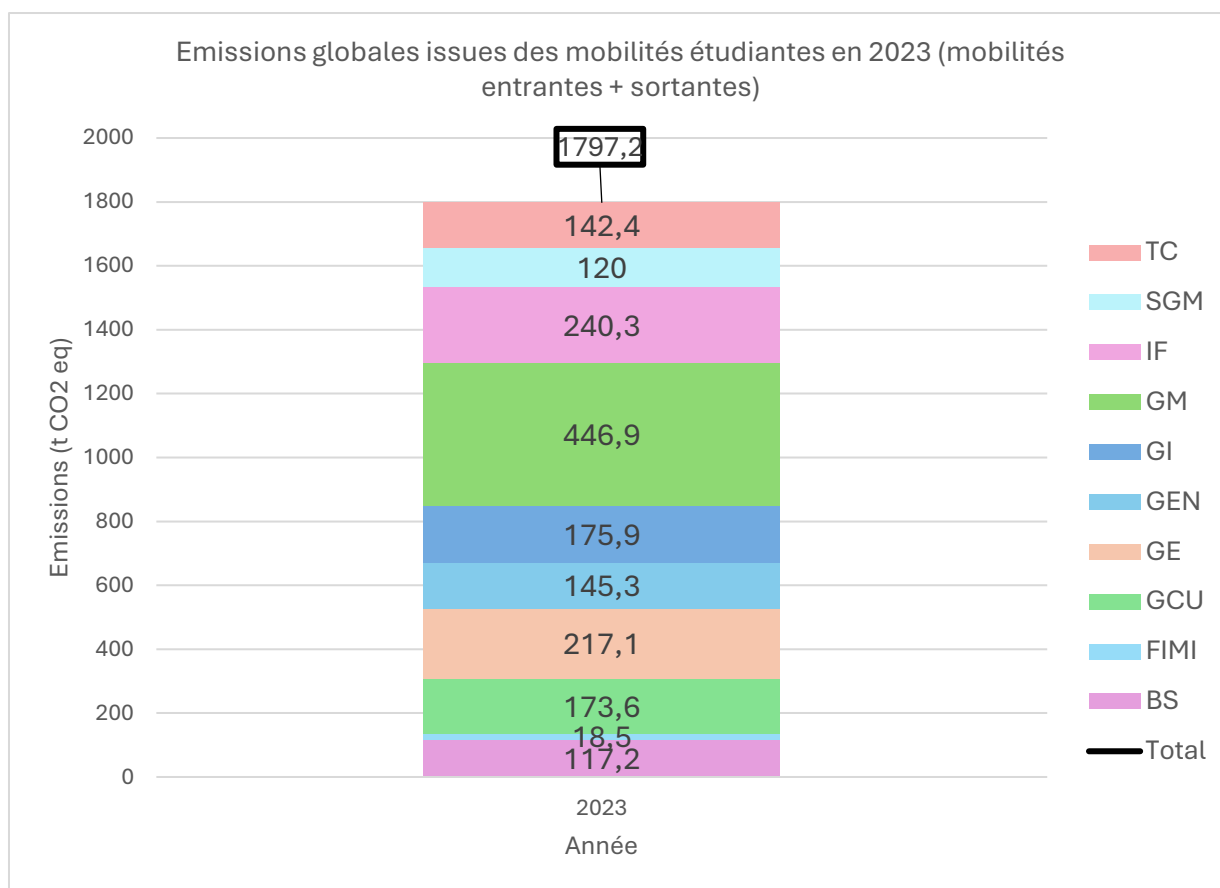


FIGURE 17 : EMISSIONS ISSUEES DES MOBILITES ACADEMIQUES PAR DEPARTEMENT

Pour savoir quel département est réellement à l'origine de la plus grande part des émissions, nous avons calculé les émissions moyenne pour 1 étudiant par mobilité pour chacun des départements : cette approche permet de prendre en compte l'effectif étudiant.

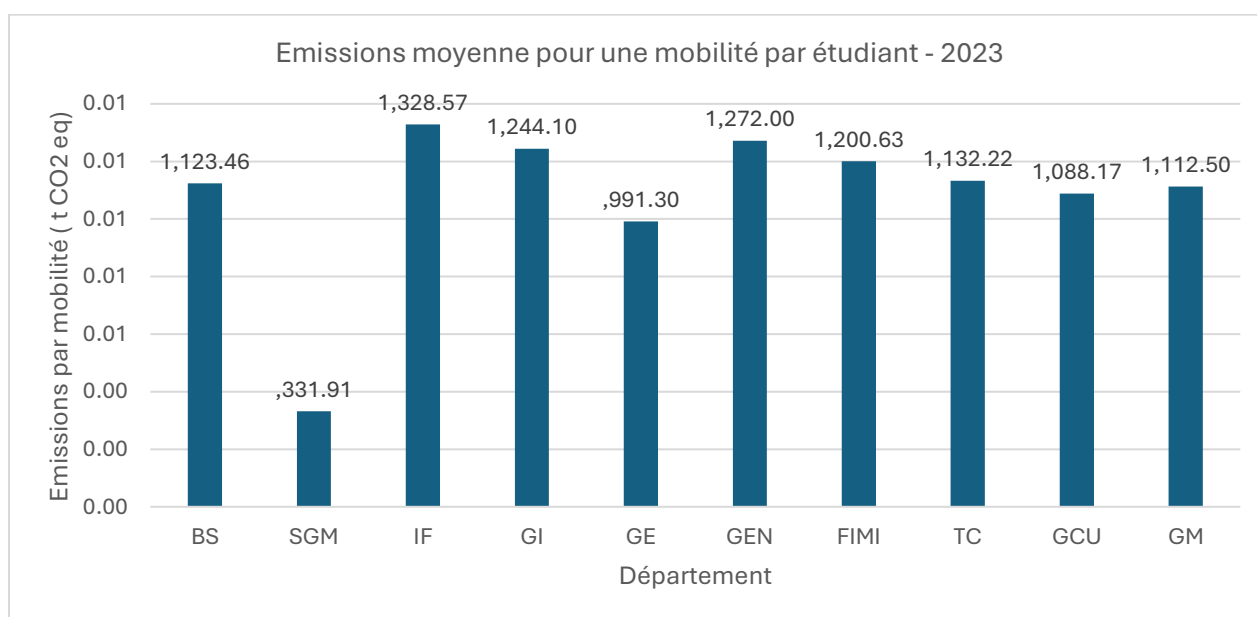


FIGURE 18 : EMISSIONS MOYENNES PAR MOBILITE ACADEMIQUES POUR CHAQUE DEPARTEMENT

On voit donc que les étudiants en SGM et en GE émettent en moyenne moins de 1 t CO₂ eq par mobilité. En « tête de classement », on remarque que les étudiants en IF sont « les plus pollueurs », suivis des étudiants GEN et GI. **La moyenne globale sur tous les départements est de 1,08 t CO₂ eq par mobilité.**

Nous avons en plus de cela, effectué une estimation des émissions par mobilité selon la zone géographique de destination. Ainsi, partir en Europe émet 13 fois moins qu'une mobilité en Océanie, 8,5 fois moins que pour aller en Amérique Latine ou encore 7,5 fois moins qu'un déplacement en Asie. Le graphique de répartition des émissions par zone géographique permet de dire que l'Amérique du Nord et l'Asie sont les destinations qui portent les plus grandes parts d'émissions de CO₂ eq, suivi de très près par l'Amérique Latine et l'Europe. Les émissions pour l'Océanie et l'Afrique semblent être négligeables.

Si on rapporte à présent ces résultats aux effectifs étudiants affiliés à chaque zone géographique : plus de 60% des élèves partant en mobilité se rendent en Europe, environ 20% vont en Amérique du Nord et pour l'Asie et l'Amérique du Sud, c'est respectivement 10% des élèves.

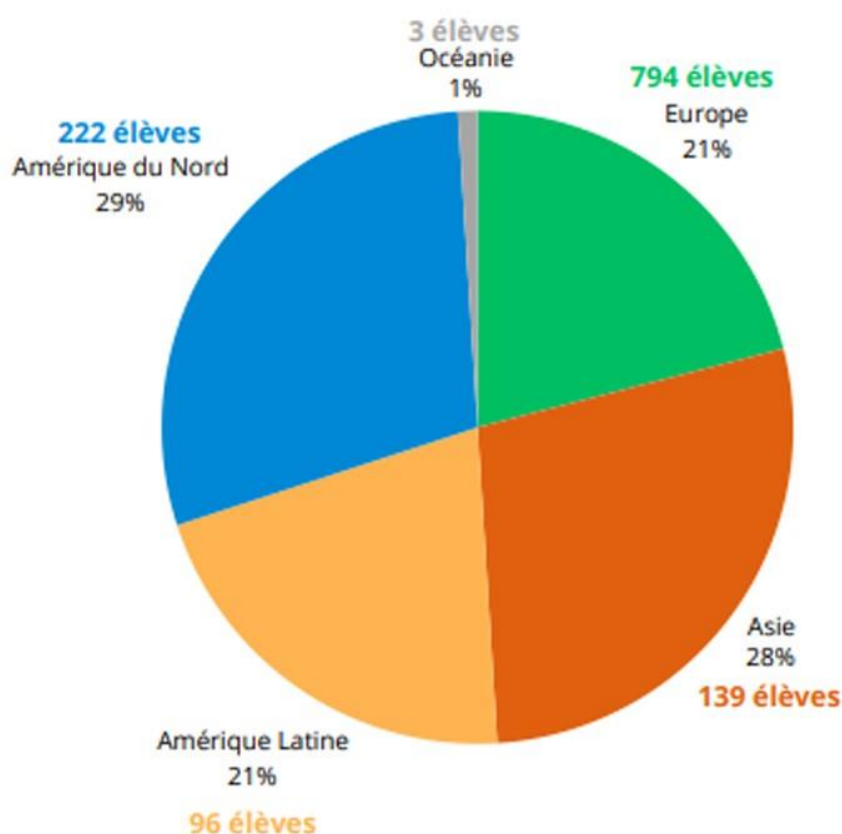


FIGURE 19 : REPARTITION DES EMISSIONS ISSUES DES MOBILITES ACADEMIQUES PAR ZONE GEOGRAPHIQUE

On en déduit donc que l'effectif des élèves qui partent en mobilités n'est pas proportionnel à la quantité de CO₂ eq émises par zone géographique. Autrement dit ce n'est pas « plus la quantité d'élèves qui part est importante, plus les émissions augmentent » mais « c'est la faible proportion d'élèves qui partent loin qui émet le plus ». L'Europe reste derrière l'Amérique du Nord et de l'Asie ; destinations pour lesquelles l'effectif étudiant est deux fois moins important.

- Les mobilités professionnelles

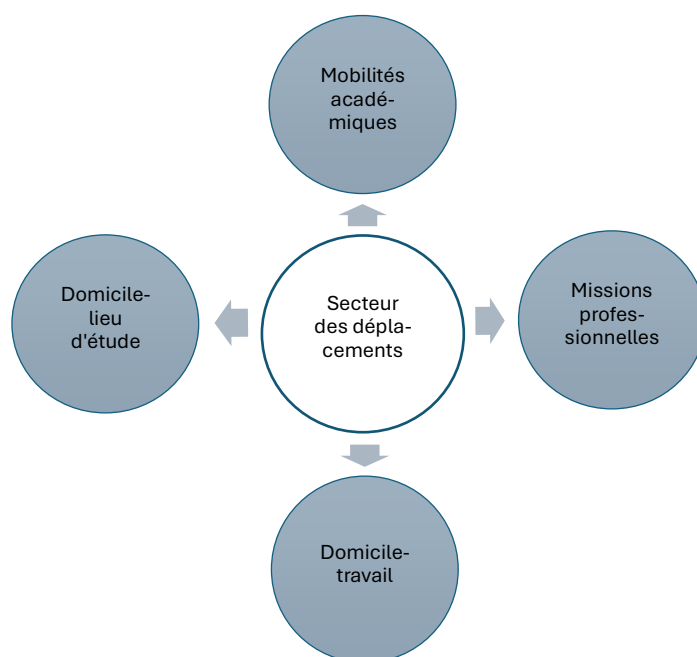


FIGURE 20 : SCHEMATISATION DU SECTEUR DES DEPLACEMENTS

Les émissions liées aux mobilités des personnels sont à l'origine de 377 ± 302 t CO₂ eq soit 10% des émissions du secteur des déplacements. Ces déplacements sont financés par deux sources : INSA et INSAVALOR, une filiale d'INSA Lyon dédiée à la valorisation de la recherche et au transfert de technologie. Nous avons donc récupéré des données auprès de deux entités :

- La direction des affaires financières de l'INSA : un tableau des achats de l'établissement classés selon la Nomenclature Achats Recherche Enseignement Supérieur (NACRES) permet d'extraire les achats effectués pour ce type de déplacements. On optera ici pour une approche monétaire
- INSAVALOR : Les bilans carbone effectués au cours des 3 dernières années sur les déplacements des personnels (nous n'avons pas obtenu le détail des méthodes utilisées pour faire ces BEGES, et donc, nous ne pouvons pas estimer les incertitudes associées : par défaut, nous appliqueront la même incertitude que pour les achats marché)

Nous avons pour la première partie des données appliqué les facteurs d'émissions monétaires de l'ADEME. Ces derniers portent des incertitudes s'élevant à 80%.

Pour terminer sur le secteur des déplacements, nous pouvons mettre en avant les éléments manquants et/ou à améliorer. Nous pourrions mentionner les trajets associés aux visiteurs et visiteuses de l'INSA Lyon qui n'ont pas été pris en compte. Nous pouvons également prendre en compte les effets rebonds associés aux mobilités académiques puisque le trajet aller-retour ne représenterait visiblement que 30% des missions d'après les travaux effectués en interne à l'INSA Lyon. Enfin, les enquêtes mobilités pourraient être mises à jour puisqu'elles datent de 2016 : elles permettraient des résultats plus représentatifs.

D. EVOLUTION DES EMISSIONS DE L'INSA LYON DEPUIS 2009

Le bilan carbone annuel est effectué depuis 2009 à L'INSA Lyon. Expérimenté dans la mise en place de cet exercice l'établissement a perfectionné ce travail pour l'année 2023 notamment grâce à

des données plus précises, une décomposition plus fine des secteurs d'émissions et la création de supports plus complets et synthétiques. De plus, des mises à jour ont été effectuées sur la totalité des bilans au regard des nouvelles méthodes de calculs plus adaptées.

Comme on peut le voir sur le graphique qui suit, on observe une diminution globale des émissions dues aux activités de l'établissement en 15 ans. On constate une réduction de 19% des émissions de GES par rapport à 2009 et de 18% par rapport à 2015. Ainsi, l'INSA Lyon démontre une réelle volonté de s'inscrire dans les objectifs portés par la SNBC.

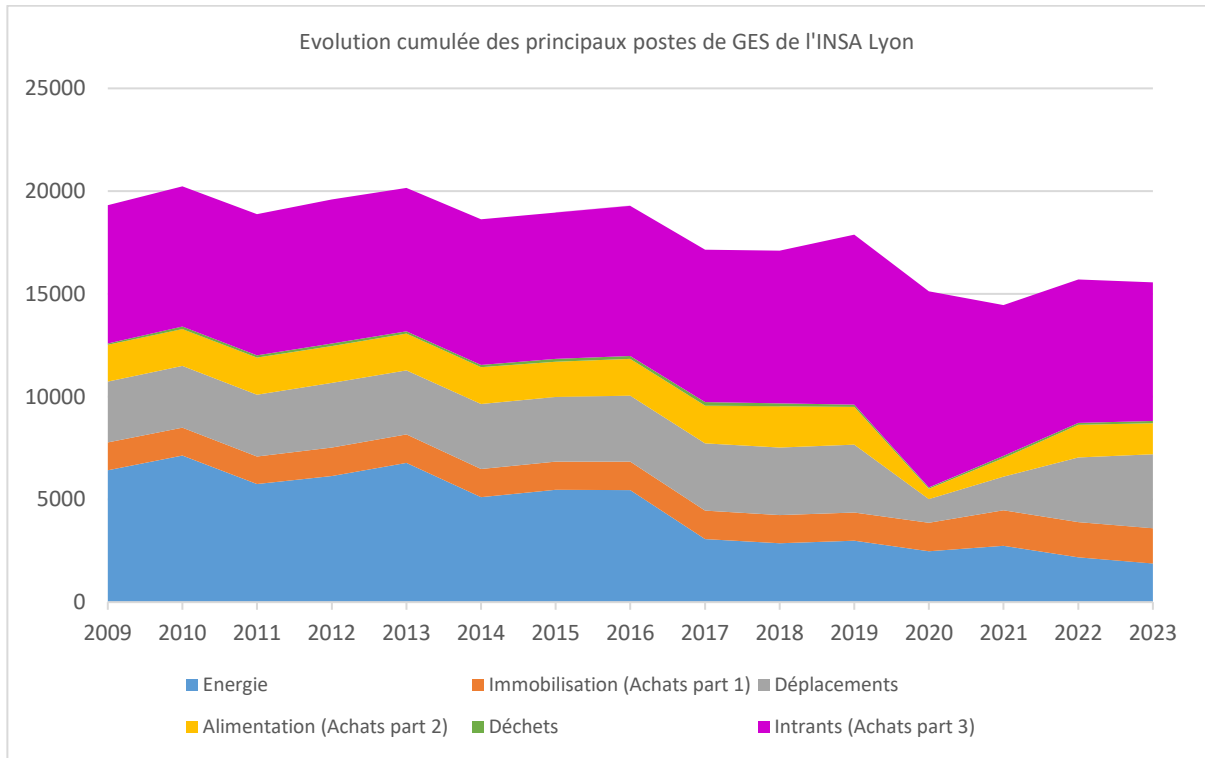


FIGURE 21 : EVOLUTION DES EMISSIONS DE L'INSA LYON DEPUIS 2009 PAR SECTEUR

Cette diminution progressive peut également être illustrée par les émissions annuelles par individu de l'établissement : on note une réduction de 28% par rapport à 2010 pour chacun d'entre eux.

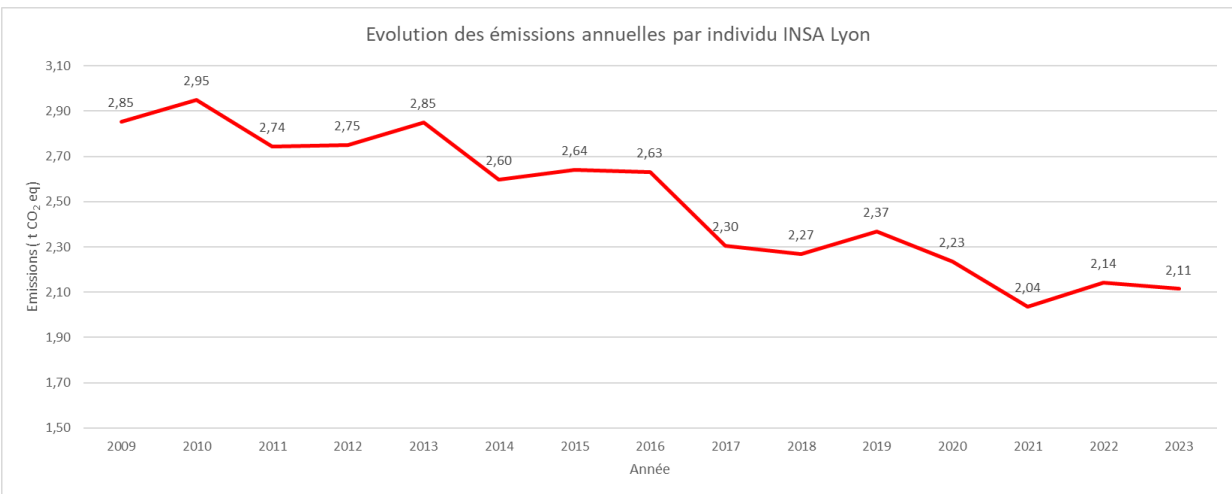


FIGURE 22 : EVOLUTION DES EMISSIONS PAR INDIVIDU DE L'INSA LYON DE 2009 A 2023

Depuis 2010, l'INSA Lyon met en place des actions et investissements pour appliquer sa politique environnementale. Ces efforts se font ressentir dans certains secteurs comme l'énergie et l'alimentation.

Pour le secteur de l'énergie la structure a déjà répondu aux objectifs prévus par la SNBC pour 2030 ; c'est-à-dire réduire de 33% les émissions du secteur par rapport à 2015 en 2017 avec une réduction de 44% des émissions dans ce secteur. Cette réduction drastique s'explique par la réhabilitation quasi complète des bâtiments qui composent l'INSA Lyon.

En ce qui concerne le secteur de l'alimentation, la Direction des Restaurants de l'INSA collabore avec la cellule DDRS dans le cadre de la mise en place de la stratégie de transition globale de l'établissement. Cela a notamment permis d'engager des opérations catégorisées selon 7 grands volets :

- Tableau de bord environnemental et suivi qualité
- Communication
- Sensibilisation – formation des équipes
- Approvisionnement
- Attractivité des restaurants
- Performance et flux énergétiques des bâtiments
- Evolution des recettes

Ce travail se traduit par une réduction de 16% des émissions de GES par rapport à 2009, visible sur le graphique suivant :

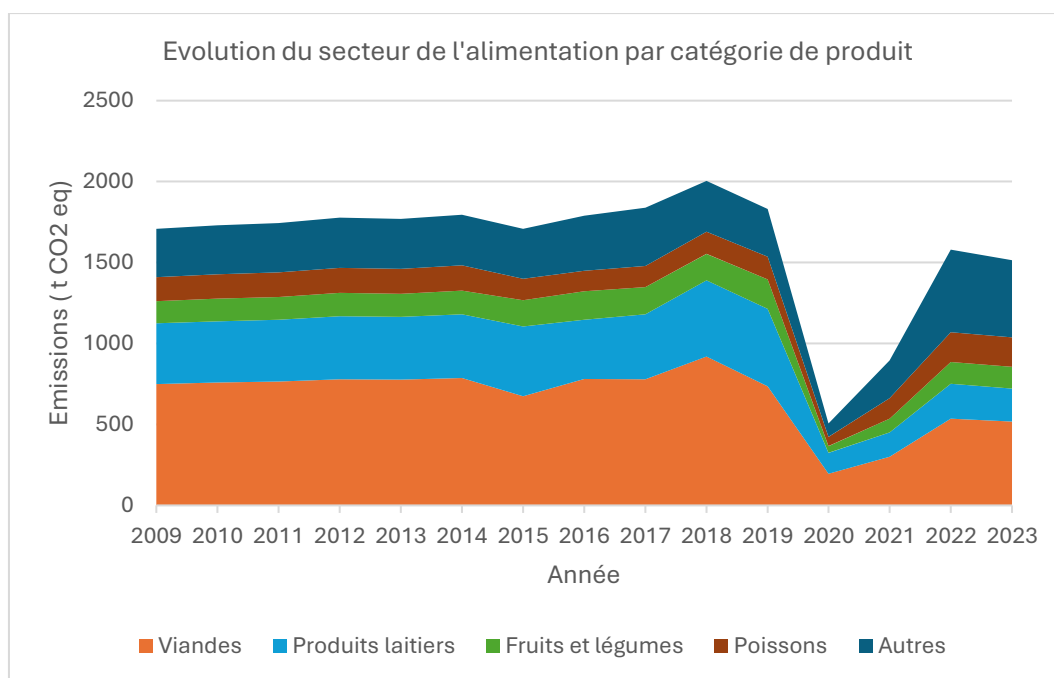


FIGURE 23 : EVOLUTION DES EMISSIONS DU SECTEUR DE L'ALIMENTATION DE L'INSA LYON DEPUIS 2009

C'est un travail qui a également permis la diversification des menus, une augmentation de la part des plats cuisinés sur place et une réduction drastique du gaspillage mais aussi la formation et la sensibilisation d'une partie des personnels aux avec « la Fresque de l'Alimentation ».

Si l'on se concentre à présent sur les autres secteurs, on constate :

- Une augmentation de 27% des émissions issue des immobilisations
- Une augmentation de 21% des émissions pour le secteur des déplacements
- Une augmentation de 106% des émissions pour le secteur des déchets (bien que celui ne représente qu'une très faible part du BEGES)
- Une stagnation pour le secteur des intrants (qui est le secteur des achats sans l'immobilisation et l'alimentation)

En bref, bien que des progrès soient nettement visibles, **la tendance générale n'est pas suffisante pour atteindre les objectifs de la SNBC.**

E. ELABORATION D'UN PLAN DE TRANSITION

Le plan de transition proposé dans le cadre de l'élaboration du BEGES 2023 de l'INSA Lyon se base sur les recommandations et les indications de la SNBC. Le découpage sectoriel de la SNBC a notamment permis de proposer des projections pour chacun des secteurs de l'INSA Lyon. Nous avons donc associé à chaque secteur et/ou sous-secteur des pourcentages de réduction pour 2030 et 2050 se rapprochant au maximum des objectifs fixés par la SNBC, regroupés dans le tableau ci-dessous :

TABLEAU 6 : TAUX DE REDUCTION DES SECTEURS DE L'INSA LYON EN FONCTION DES OBJECTIFS DE LA SNBC

Secteur	2030	2050
Energie	33%	96%
Immobilisation	32%	83%
Déplacements	28%	98%
Alimentation	18%	46%
Déchets	37%	66%
Intrants	21%	80%

Ainsi, pour les secteurs déjà mentionnés dans la SNBC (énergie, déplacements, alimentation et déchets), ce sont les facteurs exacts qui sont appliqués. Pour les postes restants, c'est-à-dire l'immobilisation et les intrants, ce sont des pourcentages de réductions estimés, basés sur les objectifs de réduction globales de la SNBC et de leur part respective dans les émissions globales de l'INSA Lyon.

En optant pour une réduction linéaire et progressive au cours du temps, on obtient un graphique qui illustre la réduction générale des émissions de l'établissement jusqu'en 2050 :

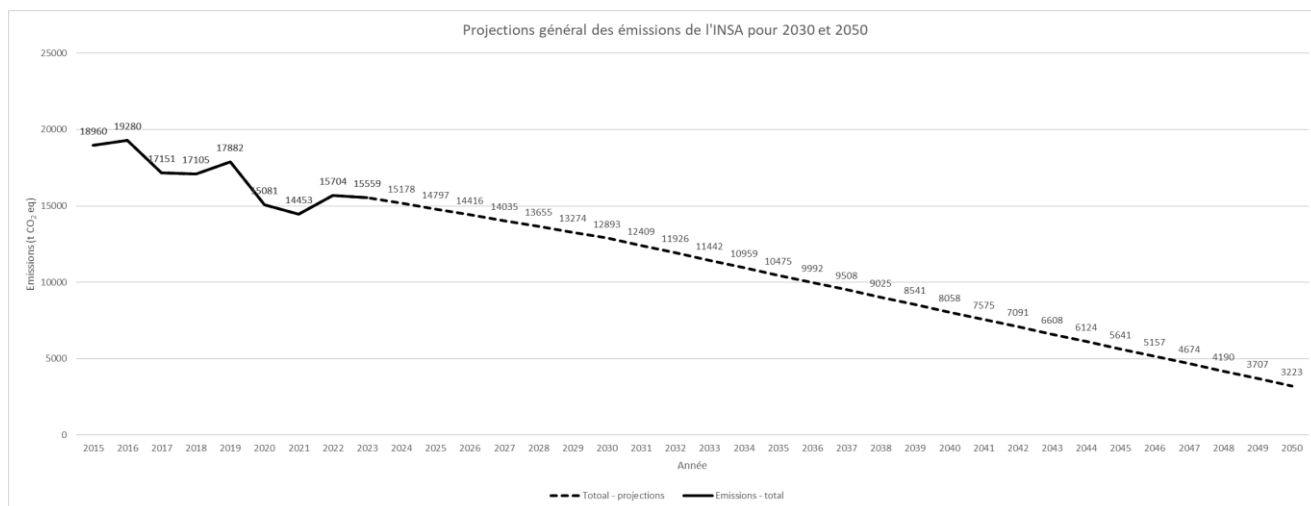


FIGURE 24 : PROJECTIONS GLOBALES POUR 2030 ET 2050 DE L'INSA LYON SELON LA SNBC

Cela équivaut à une réduction d'environ 2% à 3% par an des émissions globales de l'INSA Lyon jusqu'en 2030, puis d'une réduction de 8% en moyenne par an de 2030 à 2050. En d'autres termes, cela équivaut à une réduction moyenne de 338 t CO₂ eq par an jusqu'en 2030 et de 483 t CO₂ eq par an de 2030 à 2050.

Cette évolution est également modélisable selon le découpage sectoriel :

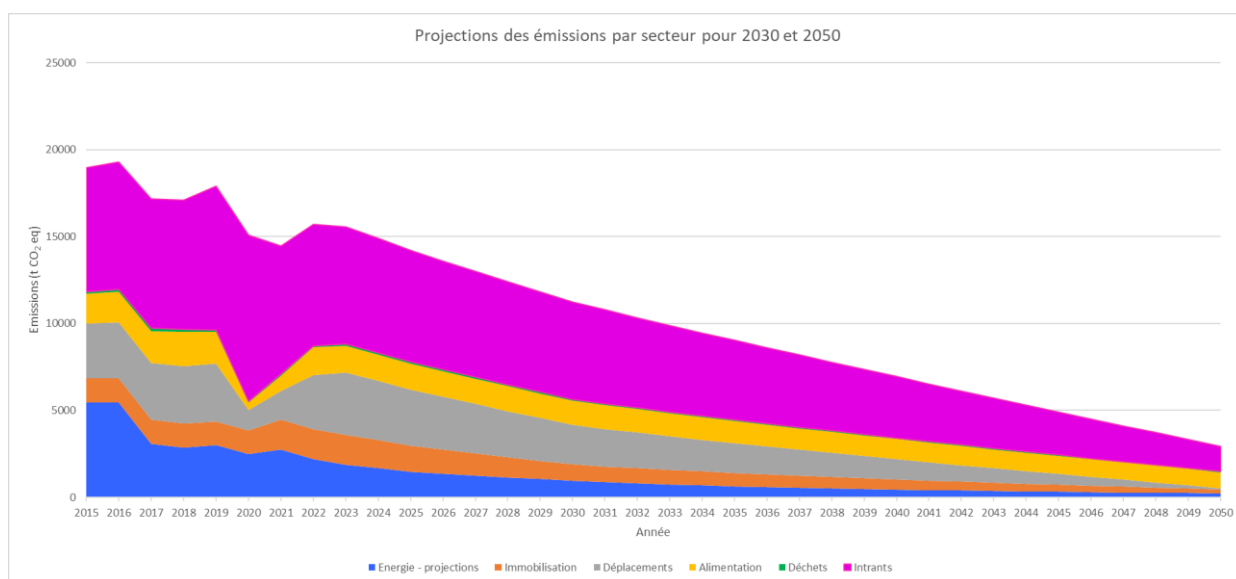


FIGURE 25 : PROJECTIONS SECTORIELLES DE L'INSA LYON POUR 2030 ET 2050 SELON LA SNBC

Les objectifs chiffrés définis, il reste à présent à adopter des mesures et des actions de réduction des émissions de GES. Comme mentionné précédemment, nous avons fait le choix d'élaborer des micros plans de transition par secteur dans un premier temps (disponibles dans le rapport BEGES 2023 INSA Lyon). Ensuite, il s'agit de synthétiser ces plans de transition sur un plan d'actions global, mettant en lumière les efforts majeurs attendus. Le tableau suivant résume l'ensemble des indications prescrites dans les miro-plans sectoriels :

TABLEAU 7 : PLAN DE TRANSITION DETAILLE DU BEGES 2023 INSA LYON

Secteur	Actions envisagées
<i>Energie</i>	→ Inciter et encourager les comportements responsables auprès des individus qui composent l'INSA Lyon : limiter l'utilisation des équipements énergivores, adopter des comportements « écoresponsables » → Optimiser l'usage des équipements scientifique énergivores → Réduire les consignes de chauffes lorsque les locaux sont vides (ou presque) → Assurer la qualité des bâtiments : poursuivre la rénovation globale des composantes de l'INSA Lyon : l'isolation thermique, le remplacement des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation par des alternatives plus efficaces...
<i>Déchets</i>	→ Valoriser les biodéchets sur les espaces verts du campus → Mettre en place des « guides/procédures » pour la gestion et le stockage des déchets dangereux → Encourager les initiatives associatives et locales sur cette thématique → Favoriser l'achats de produits avec moins voire aucun emballage lorsque cela possible et privilégier des emballages recyclables → Sensibiliser les étudiants et les personnels à la collecte de tri et la gestion des déchets
<i>Déplacements/transports</i>	→ Sensibiliser et informer sur la thématique et les conséquences d'un usage individuel de la voiture → Encourager au maximum le covoiturage (événement sur le thème des mobilités, créations de « cartes de proximité ») → Limiter les voyages de longue distance à 1 par étudiant maximum (si non, « justifier le projet, sa pertinence au regard de la scolarité de l'étudiant) → Proposer plus de sensibilisation et de formations sur les questions environnementales pour les étudiants de toutes les spécialités → Instaurer un indicateur carbone sur mes mobilités académiques de chaque étudiant, lui permettant de porter une réflexion sur ses choix de mobilités → Limite les voyages étant à l'origine d'émissions importantes, instaurant un processus de « motivation » du projet, visant à questionner son indispensabilité → Mettre en place un espace de travail en collaboration composé de représentants de chaque département pour encourager une stratégie commune sur la question des mobilités étudiantes

	→ Encourager les déplacements en train en France métropolitaine mais aussi en Europe → Instaurer « une limite carbone » pour chaque personnel qui limiterait un usage excessif de l’avion, pour des durées courtes
<i>Alimentation</i>	→ Former 100% du personnel à la Fresque de l’Alimentation d’ici l’automne 2024 → Renforcer des campagnes de communication et de sensibilisation sur le thème de l’alimentation → Proposer davantage de variantes végétariennes et retravailler les recettes qui favorisent le « cuisiné sur place »
<i>Immobilisations</i>	→ Maximiser l'efficacité des équipements informatiques existants en prolongeant leur durée de vie utile et en améliorant leur maintenance → Limiter l'achat de nouveaux équipements en encourageant le reconditionnement, la réparation et la réutilisation des équipements existants → Encourager l’économie circulaire en favorisant le recyclage, la réutilisation et la revalorisation des matériaux et équipements
<i>Intrants</i>	→ Ajuster les achats d’un point de vue quantitatif et qualitatif en fonction des besoins réels → Privilégier des fournisseurs locaux → Intégrer des critères environnementaux dans les processus d’achats → Proposer des indicateurs environnementaux permettant d’orienter les choix d’achats, via un guide des bonnes pratiques par exemple

Pour terminer, ces plans de transition sectoriels nous amène à proposer la stratégie de transition globale de l’établissement. Après avoir ciblé ses efforts sur l’énergie et l’alimentation, l’INSA Lyon souhaite aujourd’hui se concentrer sur les deux secteurs les plus émissifs : les achats et plus particulièrement les intrants ainsi que les déplacements. Ces deux secteurs représentent ensemble 66% des émissions totales de l’INSA Lyon en 2023.

Voici donc la décomposition du plan de transition pour 2030 et horizon 2050 de l’INSA Lyon, selon 3 grands axes :

- **Des modes de déplacements plus durables**
 - Renforcer la sensibilisation sur les mobilités douces et durables auprès des étudiants et des personnels
 - Valoriser et soutenir une politique de déplacements professionnels respectueuses de l’environnement
 - Réduire de façon significative les émissions des mobilités étudiantes en mettant en place une “limite carbone” individuelle

- **Acheter de manière responsable**
 - Œuvrer pour une analyse complète des achats
 - Accompagner les usagers dans la définition de leurs besoins en amont de l'achat
 - Définir une politique d'achats en cohérence avec la SNBC
 - Sensibiliser les personnels sur la thématique des achats et leur part dans le Bilan Carbone
- **Renforcer la politique de sobriété énergétique**
 - Informer et sensibiliser sur des usages et des comportements responsables
 - Assurer la qualité des bâtiments : poursuivre la rénovation globale déjà entamée des composantes de l'INSA Lyon

IV. RETOUR REFLEXIF SUR L'EXPERIENCE

A. LES INCOHERENCES DU BILAN CARBONE

L'obligation de réaliser un bilan carbone pour les structures publiques et/ou privées résulte d'une volonté de mettre en place des mesures de lutte et d'adaptation au changement climatique **collectivement**. A travers cet outil, l'état impose un suivi et une transparence des structures sur les aspects socio-environnementaux. C'est aussi un moyen pour les autres structures, organismes et individus d'avoir un accès facilité à ces informations (*Les BEGES : objectifs, méthodologie, s. d.*). Cependant, il est important de souligner que cet objectif d'instaurer un mouvement collectif n'est pas atteint. En effet, le décompte effectué par l'ADEME en 2021 a montré que parmi les Personnes Morales concernées par l'obligation d'effectuer un BEGES, seulement 35% l'avaient effectué. Plus précisément, ce sont 43% des entreprises, 23% des établissements publics et 18% des collectivités territoriales qui se sont prêtés à l'exercice (ADEME - *Evaluation 2021 de la Réglementation des Bilans d'Emissions de Gaz à Effet de Serre*, 2021).

De nombreux freins sont aujourd'hui mis en avant pour justifier la non-élaboration des BEGES ou leur non-conformité (ADEME - *Evaluation 2021 de la Réglementation des Bilans d'Emissions de Gaz à Effet de Serre*, 2021):

- Les difficultés pour accéder aux données
- Le manque de temps pour effectuer l'exercice
- La complexité en termes de choix méthodologiques
- Le blocage des gouvernances internes

Cet « échec », pourrait amener plusieurs questionnements au sujet des bilans de GES. Le premier aspect pourrait concerner la qualité méthodologique. Le second porte une dimension éthique, philosophique et morale sur la gestion des questions environnementales contemporaines de nos institutions.

i. LA METHODE

La comptabilité carbone peut se faire via différents standards : GHG Protocol, ISO 14064, Bilan Carbone... L'ensemble de ces standards sont décomposés, dans les grandes lignes, de la même façon que la méthodologie explicitée plus haut dans ce rapport.

Effectuer un BEGES passe par une étape de collecte de données plus ou moins complexe selon les secteurs. En particulier pour les émissions indirectes, qui présentent la plus grande part des émissions. Cela peut être à l'origine d'approximations incertaines ou d'estimations inexactes. Prenons le cas des intrants pour l'INSA Lyon, qui était un secteur non comptabilisé jusqu'en 2023. C'est un poste qui, en plus d'être difficilement décomposable et analysable, représente près de 50% des émissions. Comment justifier de tels résultats alors que cela entraîne forcément des « défauts » ou des manquements quant à l'élaborations de stratégies bas-carbone ou d'orientations politiques de l'établissement ?

Le deuxième point méthodologique questionnable concerne les incertitudes. A travers la base de données de l'ADEME, on peut d'abord constater que les taux d'incertitudes attribués aux facteurs

d'émissions sont très variables. Ajouté à cela, certains d'entre eux peuvent aller jusqu'à 80% (c'est le cas pour les incertitudes sur les déplacements par exemple) ! Bien que cette base de données résulte d'un travail scientifique rigoureux en constante évolution, il est nécessaire de questionner la crédibilité donnée aux résultats finaux. Quelle légitimité donner à des résultats portants de telles incertitudes, et comment les intégrer dans le processus analytique ? A titre personnel, je crois que ces taux d'incertitudes élevés « donnent moins de poids » aux chiffres exposés et encourage la non-exécution de l'exercice.

Pour terminer sur l'aspect méthodologique, nous avons tendance à résumer l'enjeu environnemental actuel à des émissions de GES. Affirmer cela est incomplet et maladroit. Lors de l'assemblée générale pour la transition écologique et sociale de l'INSA Lyon, Michel Eddi a insisté sur cette « priorité écologique » : limiter et réduire les émissions de GES. Je nuancerai ces propos grâce à ceux souvent répétés par Aurélien BARRAU et affirmé par Fabrice BONNIFET lors de cette assemblée : les émissions de gaz à effet de serre ne sont qu'un petit bout du problème. Il existe des facteurs tout aussi importants que le changement climatique : « *la destruction des espaces naturels, la pollution, l'introduction d'espèces invasives, l'interruption des cycles biogéochimique...* » (Barrau, 2024). En réalité, il semblerait que nous traitons la question environnementale comme « un problème d'ingénieur » selon Aurélien BARRAU. Ce dernier explique même que nous nous concentrons sur les conséquences plutôt que plutôt sur les axiologies, le système de valeurs de nos sociétés en optant pour une « médecine étiologique » (Barrau, 2024). A titre d'exemple, nous pouvons prendre le secteur des déchets. D'un point de vue des émissions de GES, il représente une part extrêmement faible du BEGES de l'INSA Lyon mais aussi à l'échelle nationale (seulement 3%) (*Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires*, 2022). Si on aborde à présent le secteur des déchets du point de vue de la pollution, qu'en est-il ? L'extraction des matières nécessaires à leur fabrication, leur utilisation épuisent nos ressources et polluent les eaux par exemple (*Les déchets - notre environnement*, 2021). Comment un plan d'action peut-il donc être cohérent et proposer des réponses adaptées aux problématiques environnementales si nous décidons de ne prendre qu'une facette du problème ?

ii. LA SNBC

L'un des éléments évident qui illustre le traitement partiel du problème est le document de la SNBC. A mon sens, trois éléments ressortent à la suite de ce stage concernant ce « guide ».

Le premier a déjà été mentionné dans la partie précédente : c'est le traitement des questions écologiques à travers un seul prisme ; celui des émissions de GES. Essayer d'apporter des solutions concernant les émissions de CO₂ qui représentent une partie du problème est tout à fait entendable. C'est plutôt le fait de considérer la SNBC comme le « guide ultime » qui permettrait de répondre complètement à la catastrophe environnementale qu'il est possible de remettre en question.

Le deuxième aspect que je souhaiterais mettre en avant cible les ambitions de la Stratégie Nationale Bas Carbone. Sont-ils réalisables ? A l'échelle nationale, nous visons « zéro émissions nettes » d'ici 2050. Ce terme signifie que « *les émissions de gaz à effet de serre sont réduites à un niveau aussi proche que possible de zéro, les émissions restantes présentes dans l'atmosphère étant réabsorbées, par les océans et les forêts par exemple.* » (*For a Livable Climate: Net-Zero Commitments Must Be Backed by Credible Action*, s. d.). Cela imposerait deux choses : tout d'abord une « *transformation complète de notre façon de produire, de consommer et de nous déplacer* » (*For a Livable Climate: Net-*

Zero Commitments Must Be Backed by Credible Action, s. d.) et que nos puits de carbone soient suffisamment efficaces pour absorber nos émissions de CO₂ eq. Une étude récemment parue a été mise en avant par le média indépendant Bon Pote. Cet article illustre l'effondrement totale de nos puits de carbone : un puit de CO₂ net à l'échelle de la terre d'environ 1,6 milliard de tonnes de CO₂ ce qui est bien plus faible que le niveau de 2022 et les années précédentes (Ke et al., 2024). L'efficacité de ces puits de carbone se réduit drastiquement et notre capacité à changer de façon systémiques nos modes de consommations et de productions semble dérisoire. Je partage alors les dires de Bon Pote (Thomas WAGNER) exprimant l'urgence de nos gouvernances de « *remettre en question tous les plans de "compensation carbone" des entreprises et les plans de "neutralité carbone 2050" des pays qui comptent sur les forêts pour absorber leurs émissions* » (Wagner, 2024).

La SNBC est d'autant plus questionnable lorsque l'on se concentre sur ses orientations clés. Une grande partie des objectifs de la SNBC se base sur le développement « d'innovations bas-carbone » en investissant massivement dans la recherche de solutions permettant de stocker ou proposer d'autre usages du CO₂ émis (*Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires*, 2022). Au regard de l'alarme sonnée par la communauté scientifique et les travaux du GIEC notamment, est-ce réellement sérieux de baser nos orientations sur des solutions à ce jour inexistantes ? Je pense fermement que compter sur une forme de « techno-solutionnisme » pour pallier les émissions de GES et limiter le réchauffement climatique est à l'image de nos décideurs politiques concernant les questions écologiques : hypocrites et incompetents.

Pour terminer, je crois que l'ensemble de ces éléments expliquent d'abord la difficulté à généraliser l'exercice du BEGES à l'échelle nationale. Le bilan carbone porte avec lui les contradictions de nos institutions et donc, ne permet pas de proposer des mesures cohérentes et réalisables pour répondre de façon concrète et rapide aux enjeux contemporains.

B. DIMENSION ORGANISATIONNELLE DU PROJET ET RENDUS FINAUX

Je souhaiterais pour terminer, mettre en lumière ce que m'a apporté ce stage et les axes d'améliorations de celui-ci.

En premier lieu, je pense avoir réussi à répondre aux exigences en termes de rigueur, d'organisation et de précision dans l'élaboration d'un bilan carbone. Ma prise de confiance due à mes expériences professionnelles et associatives précédentes m'ont permis de conduire les grandes lignes de cet exercice malgré une organisation qui, au départ, ne me convenait pas. J'ai aussi pu être force de propositions et notamment produire un document de synthèse qui me paraissait être un bon moyen d'informer et de sensibiliser les individus, qui donne plus de sens au BEGES.

Elaborer un bilan en carbone en 5 mois à deux est un défi largement jouable si le projet est suffisamment organisé. Le fait de travailler à deux sur ce BEGES était un moyen de proposer un travail plus riche, plus travaillé et plus rigoureux encore. C'est aussi un facteur qui exige une capacité à répartir le travail de façon plus ou moins équitable et trouver un accord commun dans la façon de mener le projet. Selon moi, cet accord devait même se faire au commencement du projet, avec les 4 collaborateurs (dont moi-même) impliqués dans le bilan, ce qui n'a pas été fait : c'est la difficulté majeure rencontrée pendant ce stage. Cette non-anticipation de certains éléments et cette organisation trop bancal ont entraîné des freins dans l'avancement de ce BEGES. Si l'on combine cela à certains problèmes de communication, il me paraît inévitable que le rendu soit incomplet. Terminer mon stage de fin

d'étude sur un rapport quasi-terminé et non totalement achevé présente une frustration énorme et n'illustre pas à juste titre mon investissement durant ce projet. Cependant, c'est un travail de groupe ; et je crois avoir porté ma part de responsabilité : toutes les tâches qui m'ont été attribuées ont été réalisées.

Certainement parce que la formation scientifique l'inculque, j'aurais apprécié que mon travail soit davantage remis en question et discuté, pour le perfectionner et l'améliorer. Ces propos concernent principalement le plan de transition et les orientations proposées pour l'INSA Lyon. Hormis pour le secteur de l'alimentation, où j'ai pu grâce à des collaborateurs revoir et améliorer mes propositions, le temps accordé aux points stratégiques de ce bilan n'était à mon avis pas suffisant. Il aurait été plus enrichissant et formateur de pouvoir se concentrer sur le fond plutôt que la forme : voir les limites et les alternatives pour chaque secteur.

CONCLUSION

Pour terminer, je pense avoir acquis grâce à ce stage une maîtrise totale des démarches associées aux BEGES. Organiser ce projet et proposer des orientations et des stratégies visant à intégrer la transition socio-écologique à l'échelle d'un organisme public sont des aspects que j'ai trouvé particulièrement stimulants.

Bien qu'il reflète de nombreuses limites et incohérences (qui dépendent principalement de nos organismes gouvernementaux), le bilan carbone se présente aujourd'hui comme l'un des seuls outils communs aux entreprises et structures publiques, les contraignant à mettre en place des politiques répondants en enjeux environnementaux et sociaux. Il serait intéressant d'évaluer au cours du temps, les effets positifs entraînés par l'élaboration de ces BEGES.

Cette expérience aura aussi été l'opportunité de découvrir un environnement de travail totalement différents comparé à mes précédentes expériences : elle m'a incitée à m'adapter à un nouvel univers. Les difficultés rencontrées m'auront prouvé que j'étais dotée des compétences nécessaires pour rétablir un ordre et une organisation claire sur un projet. J'ai surtout pu confirmer les valeurs et les principes que je souhaite porter dans le cadre professionnel : rigueur, communication et esprit d'équipe.

BIBLIOGRAPHIE

2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories—IPCC. (s. d.).

<https://www.ipcc.ch/report/2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>

Article L229-25 - Code de l'environnement, 2023-973 (2023). https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000048246757

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000048246757

Article R229-47 - Code de l'environnement, 2022-982 (2023). https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000046011298

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000046011298

Barrau, A. (2019). *Le plus grand défi de l'histoire de l'humanité* (Michel Lafon).

Barrau, A. (Réalisateur). (2024). *Crise écologique : Quelle solution ? À propos du livre « l'Hypothèse K »* [Enregistrement vidéo]. <https://www.youtube.com/watch?v=apGKZ8wTuo0>

Comment établir le bilan carbone d'une entreprise ? (s. d.). <https://www.economie.gouv.fr/ce-def/bilan-carbone-entreprise>

Conséquences du changement climatique—Commission européenne. (s. d.). https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_fr

Effet de serre : Un phénomène naturel. (s. d.). Climat BE. <https://climat.be/changements-climatiques/causes/effet-de-serre>

En 2023, le bilan BEGES obligatoire se renforce. (2023, février 10). DREAL Auvergne-Rhône-Alpes. <https://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/en-2023-le-bilan-beges-obligatoire-se-renforce-a10981.html>

Evaluation 2021 de la Réglementation des Bilans d'Emissions de Gaz à Effet de Serre. (2021). La librairie ADEME. <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/5919-evaluation-2021-de-la-reglementation-des-bilans-d-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre.html>

Evolution de la méthode Bilan Carbone®. (s. d.). Association pour la transition Bas Carbone. <https://abc-transitionbascarbonate.fr/evolution-de-la-methode-bilan-carbone/>

For a livable climate : Net-zero commitments must be backed by credible action. (s. d.). United Nations; United Nations. <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>

ISO 14064-1:2018—Gaz à effet de serre—Partie 1 : Spécifications et lignes directrices, à l’usage des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions de gaz à effet de serre (ISO 14064-1). (2018). <https://www.iso.org/fr/standard/66453.html>

Jancovici, J.-M. (2003). *Qu’est-ce que l’effet de serre ?* <https://jancovici.com/changement-climatique/aspects-physiques/quest-ce-que-leffet-de-serre/>

Ke, P., Ciais, P., Sitch, S., Li, W., Bastos, A., Liu, Z., Xu, Y., Gui, X., Bian, J., Goll, D. S., Xi, Y., Li, W., O’Sullivan, M., de Souza, J. G., Friedlingstein, P., & Chevallier, F. (s. d.). *Low latency carbon budget analysis reveals a large decline of the land carbon sink in 2023.*

Les BEGES : objectifs, méthodologie. (s. d.). Les services de l’État dans le Nord. <https://www.nord.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement/Air-climat-energie/Lutter-contre-le-changement-climatique/Bilans-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-BEGES-des-services-de-l-Etat/Les-BEGES-objectifs-methodologie>

Les déchets—Notre environnement. (2021). notre-environnement. <https://www.notre-environnement.gouv.fr/>

Loi de transition énergétique pour la croissance verte | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. (s. d.). <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/loi-transition-energetique-croissance-verte>

Méthode pour la réalisation des bilans d’émissions de gaz à effet de serre—ADEME. (2022). Ministère de la Transition écologique et solidaire. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/methodo_BEGES_decli_07.pdf

Nos écoles | Groupe INSA. (s. d.). <https://www.groupe-insa.fr/decouvrir/nos-ecoles>

Panorama mondial des émissions de GES. (2022). Commissariat général au développement durable. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat-2022/4-panorama-mondial-des-emissions-de-ges.php>

Qu'est-ce qu'un gaz à effet de serre ? (2024, août 9). notre-environnement. <https://www.notre-environnement.gouv.fr/>

Qu'est-ce-que l'effet de serre? (2019, décembre 4). *Convention Citoyenne pour le Climat*. <https://www.conventioncitoyennepourleclimat.fr/2019/12/04/quest-ce-que-leffet-de-serre/>

Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. (2022). <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

UMR 5600 Environnement Ville société. (s. d) https://umr5600.cnrs.fr/fr/accueil/?doing_wp_cron=1723237470.2818920612335205078125

Wagner, T. (2024, août 8). *Analyse : A-t-on observé un effondrement des puits de carbone terrestres en 2023 ? Bon Pote.* <https://bonpote.com/analyse-a-t-on-observe-un-effondrement-des-puits-de-carbone-terrestres-en-2023/>

ANNEXES

Annexe 1 : Décomposition des postes d'émissions selon les 6 catégories d'émissions

Catégorie	Poste
1. ÉMISSIONS DIRECTES DE GES	1.1 Emissions directes des sources fixes de combustion
	1.2 Emissions directes des sources mobiles de combustion
	1.3 Emissions directes des procédés hors énergie
	1.4 Emissions directes fugitives
	1.5 Emissions issues de la biomasse (sols et forêts)
2. ÉMISSIONS INDIRECTES ASSOCIÉES À L'ÉNERGIE	2.1 Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité
	2.2 Emissions indirectes liées à la consommation d'énergie autre que l'électricité
3. ÉMISSIONS INDIRECTES ASSOCIÉES AU TRANSPORT	3.1 Transport de marchandise amont
	3.2 Transport de marchandise aval
	3.3 Déplacements domicile-travail
	3.4 Déplacements des visiteurs et des clients
	3.5 Déplacements professionnels
4. ÉMISSIONS INDIRECTES ASSOCIÉES AUX PRODUITS ACHETÉS	4.1 Achats de biens
	4.2 Immobilisations de biens
	4.3 Gestion des déchets
	4.4 Actifs en leasing amont
	4.5 Achats de services
5. ÉMISSIONS INDIRECTES ASSOCIÉES AUX PRODUITS VENDUS	5.1 Utilisation des produits vendus
	5.2 Actifs en leasing aval
	5.3 Fin de vie des produits vendus
	5.4 Investissements
6. AUTRES ÉMISSIONS INDIRECTES	6.1 Autres émissions indirectes



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Julide KAYA

5A IUT

2023-2024

Production of the INSA Lyon's greenhouse gas emission report

My internship's objective was to write a report on the Greenhouse Gas Emissions of INSA Lyon in 2023. Conducted within the DDRS unit, this internship involved collecting and analysing the necessary data to estimate the institution's GHG emissions. The methodology is based on ADEME guidelines, and is then detailed, along with the results obtained, showing the evolution of INSA Lyon's emissions since 2009. The ultimate goal is to propose a transition plan to reduce these emissions.

Mots Clés : Greenhouse gas emission, Climate change

INSA Lyon - 20 Avenue Albert Einstein 69100 Villeurbanne

Tuteur entreprise : Mathieu BOUYER - Responsable Cellule DDRS Décarbonation

Tuteur académique : Sébastien LARRIBE

Le Bilan de Gaz à Effet de Serre (BEGES) est un dispositif imposé par la l'article L. 229-25 du code de l'environnement. C'est un diagnostic des émissions de gaz à effet de serre sur une année d'une Personne Morale. Ce bilan s'effectue obligatoirement tous les 3 ans pour les établissements publics de plus de 250 agents.

INSA LYON

- 9 spécialités d'ingénieurs
- 6 masters spécialisés
- 8 écoles doctorales co-accréditées
- 22 laboratoires de recherche

- 3 pôles de restauration
- 11 résidences étudiantes

- 6300 élèves
- 650 doctorants

- 700 chercheurs et enseignants-chercheurs
- 700 personnels administratifs et/ou techniques

Périmètre retenu

Activités de formation, de recherche, de gestion et administratives de l'INSA Lyon sur le campus LyonTech - La Doua

Energie

- Chauffage urbain
- Gaz (tout usage)
- Electricité
- Eau
- Carburant

Déplacements

- Déplacements des personnels domicile-travail
- Déplacements des étudiants domicile-lieu d'étude
- Mobilités internationales étudiantes
- Mobilités internationales/nationales des personnels

Déchets

- Déchets d'équipements électriques et électroniques
- Déchets verts et déchets recyclables
- Déchets industriels spéciaux
- Déchets chimiques
- Autres déchets : ferrailles, gravas...

Immobilisation

- Réhabilitation des bâtiments
- Immobilier
- Parc informatique

Alimentation

- Viandes
- Produits laitiers
- Fruits et légumes
- Poissons et produits de la mer
- Autres (produits non catégorisables : plats préparés, huiles, épices, boissons...)

Intrants

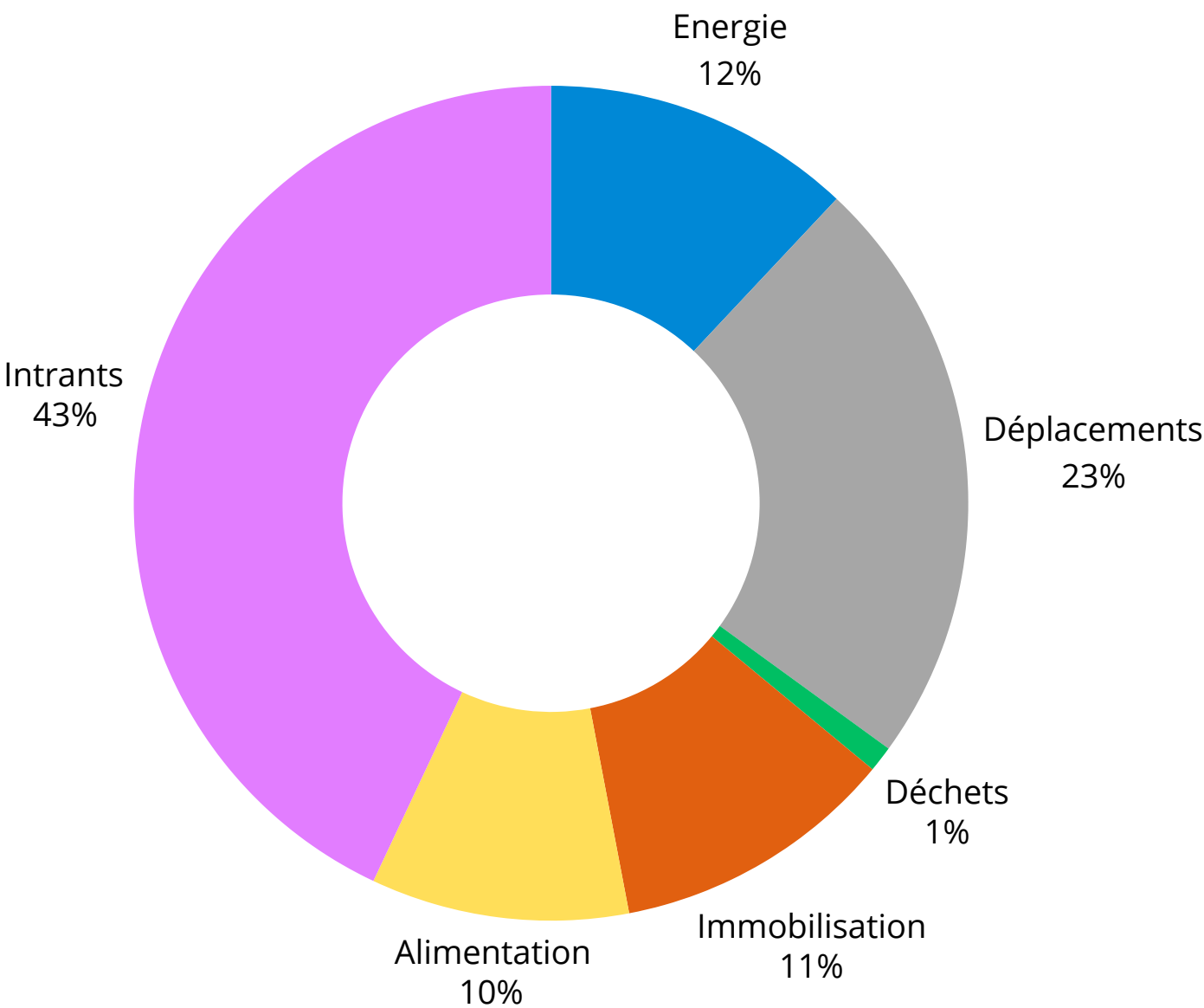
- Achats de services
- Frais de missions
- Machines et équipements
- Autre (achats non catégorisés)

Non retenu dans le périmètre

Activités de l'INSA Lyon sur l'Include Campus à Oyonnax

- Les fuites de fluides frigorigènes
- Les émissions liées au numérique

- Effets rebonds liées aux déplacements supplémentaires effectués par l'étudiant et ses proches dans le cadre de sa mobilité
- Les émissions des visiteurs et invités de l'INSA Lyon



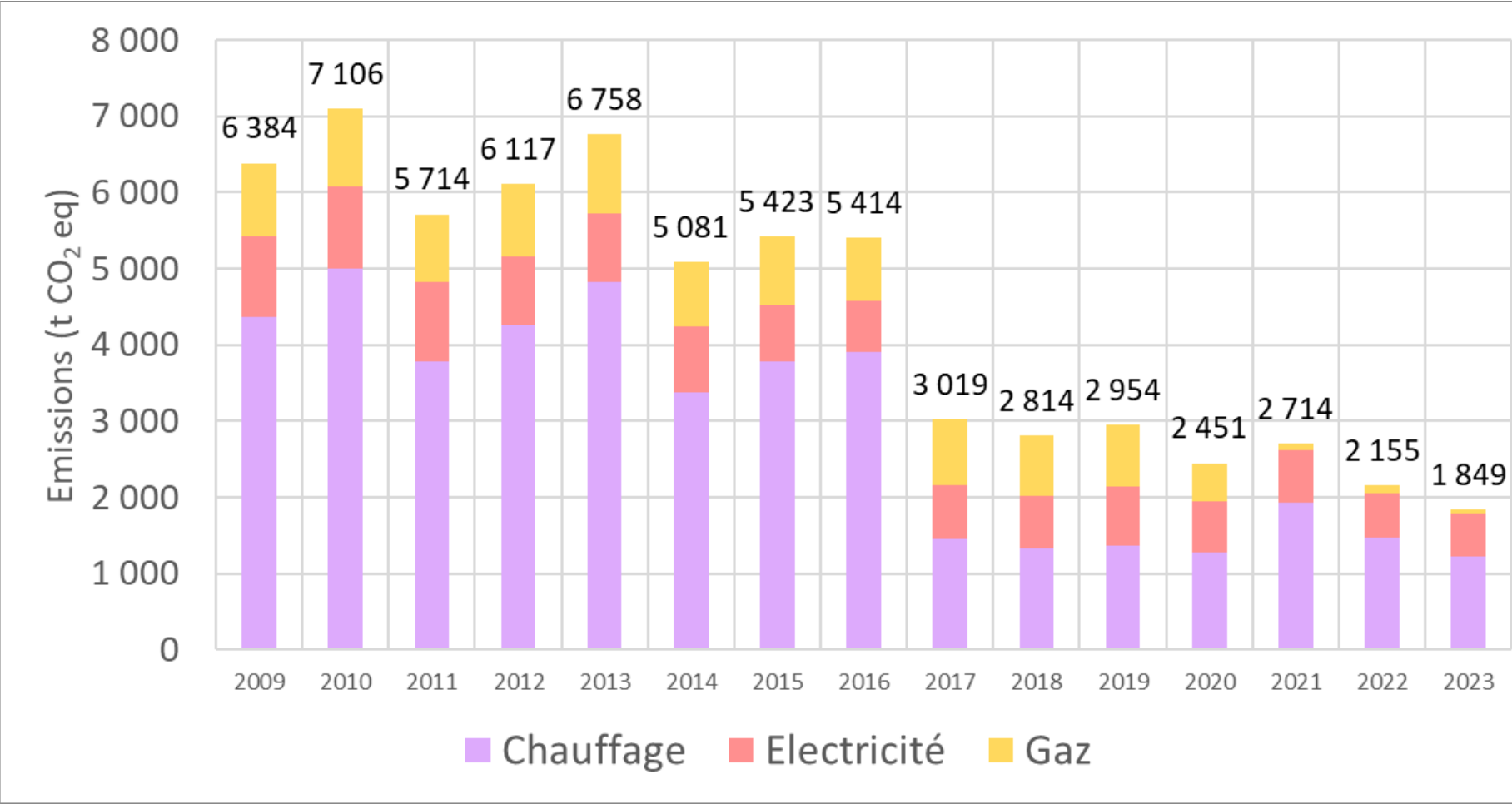
Répartition des émissions de l'INSA Lyon par secteur en 2023

La méthode Bilan Carbone® portée par l'ADEME permet de traduire les activités de l'établissement en émissions (directes ou indirectes) équivalentes CO₂, dans le but de mesurer l'impact des activités de la structure sur le changement climatique, de cibler et mobiliser les gisements de réduction de ces émissions.

15 559 t CO₂ eq émises en 2023

ENERGIE - 1 877 t CO₂ EQ

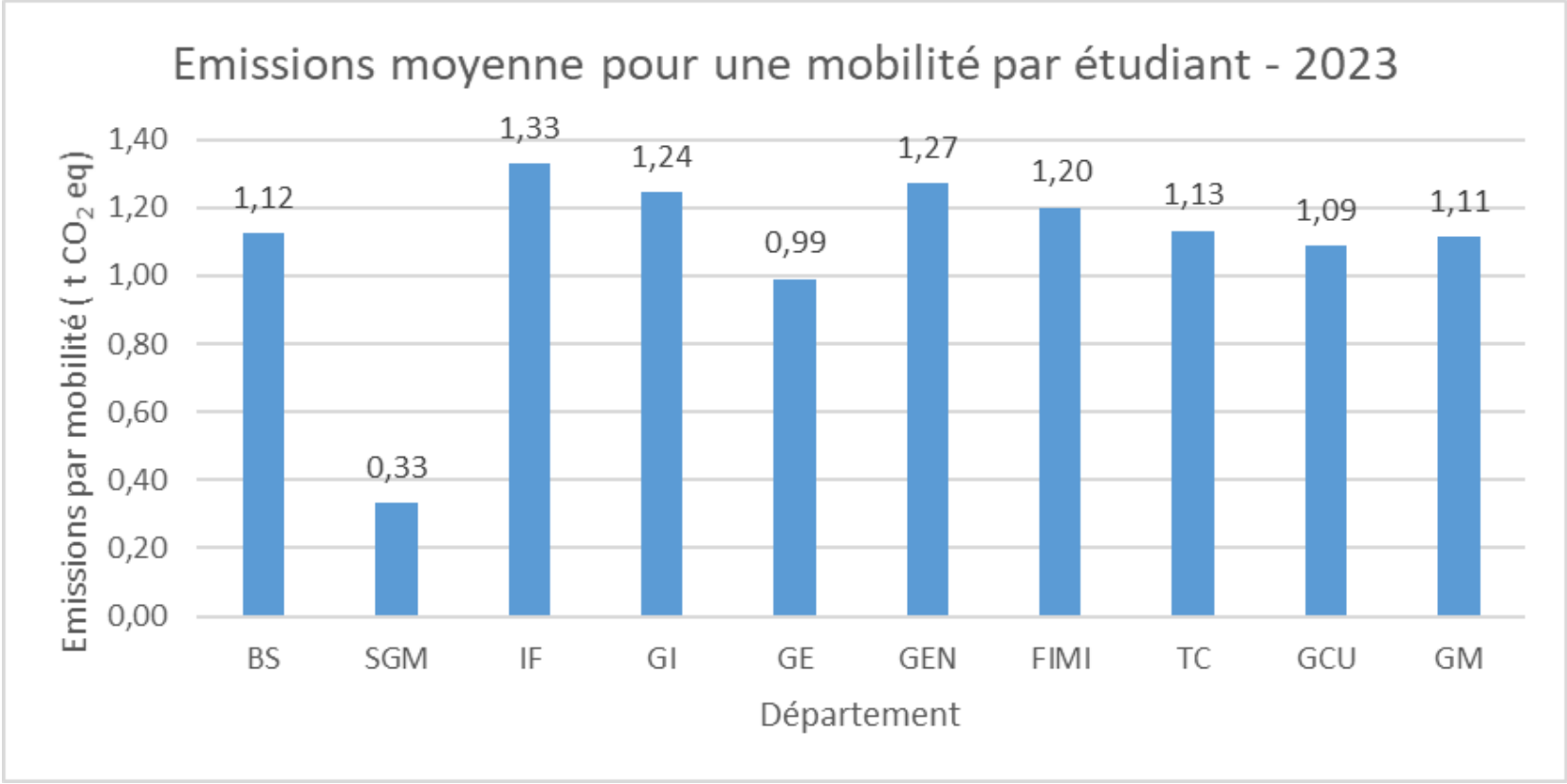
- 65% des émissions énergétiques sont issues du chauffage urbain
- 30% proviennent de la consommation d'électricité
- Les 5% restants viennent des consommations en gaz, carburant et eau



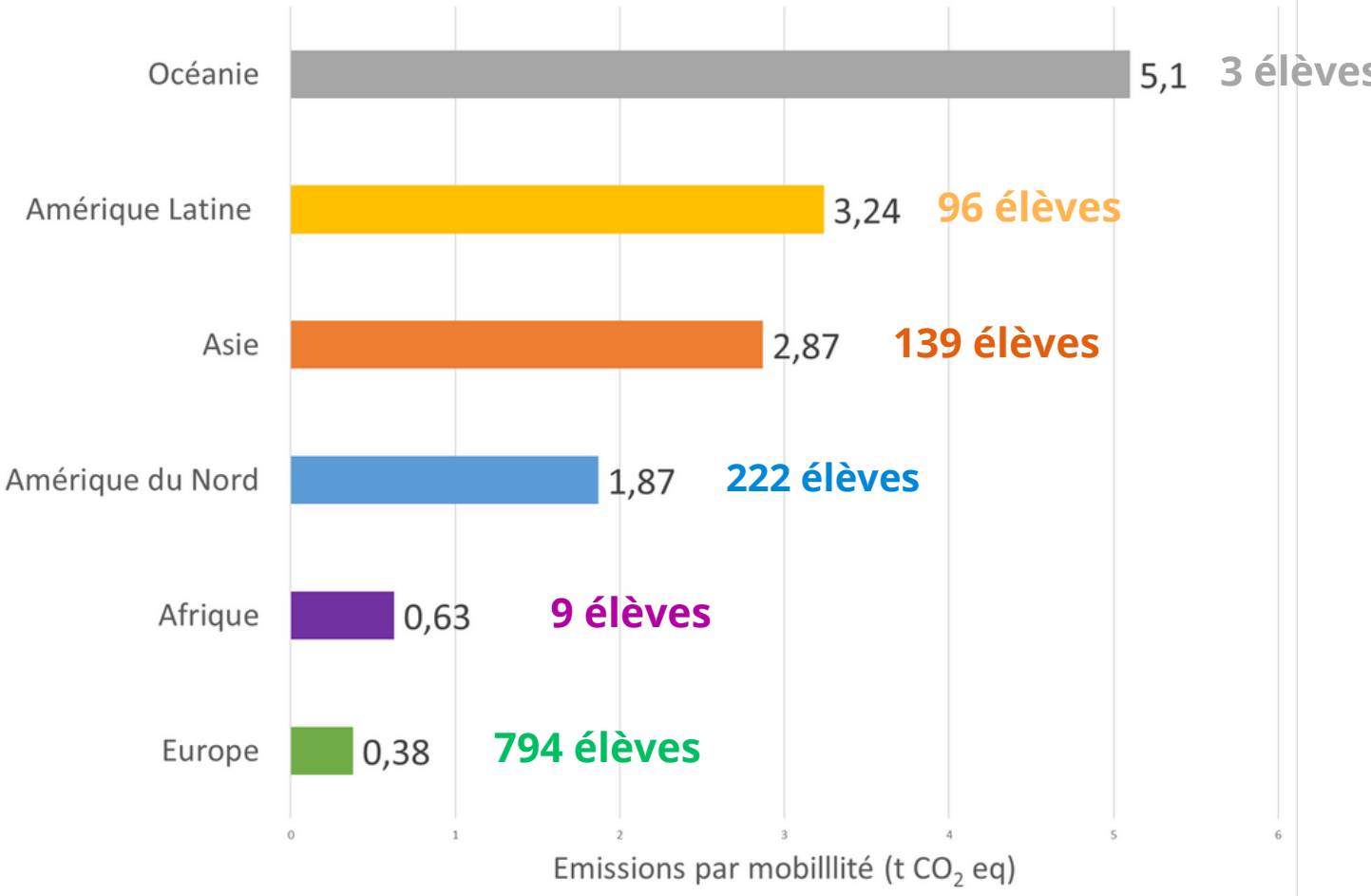
Evolution des émissions du secteur énergétique par sous-secteur de l'INSA Lyon 2009-2023

DÉPLACEMENTS - 3 598 t CO₂ EQ

- Les mobilités académiques représentent 50% des émissions (soit 10% du bilan global de l'INSA Lyon)
- 26% des émissions sont associées aux mobilités domicile-travail des personnels
- Les mobilités domicile-lieu d'étude représentent 14% des émissions
- Les missions à l'étranger occupent 10% des émissions



Emissions par mobilité étudiante (A/R) par département de l'INSA Lyon en 2023



Emissions issues d'une mobilité académique (A/R) par zone géographique de l'INSA Lyon en 2023

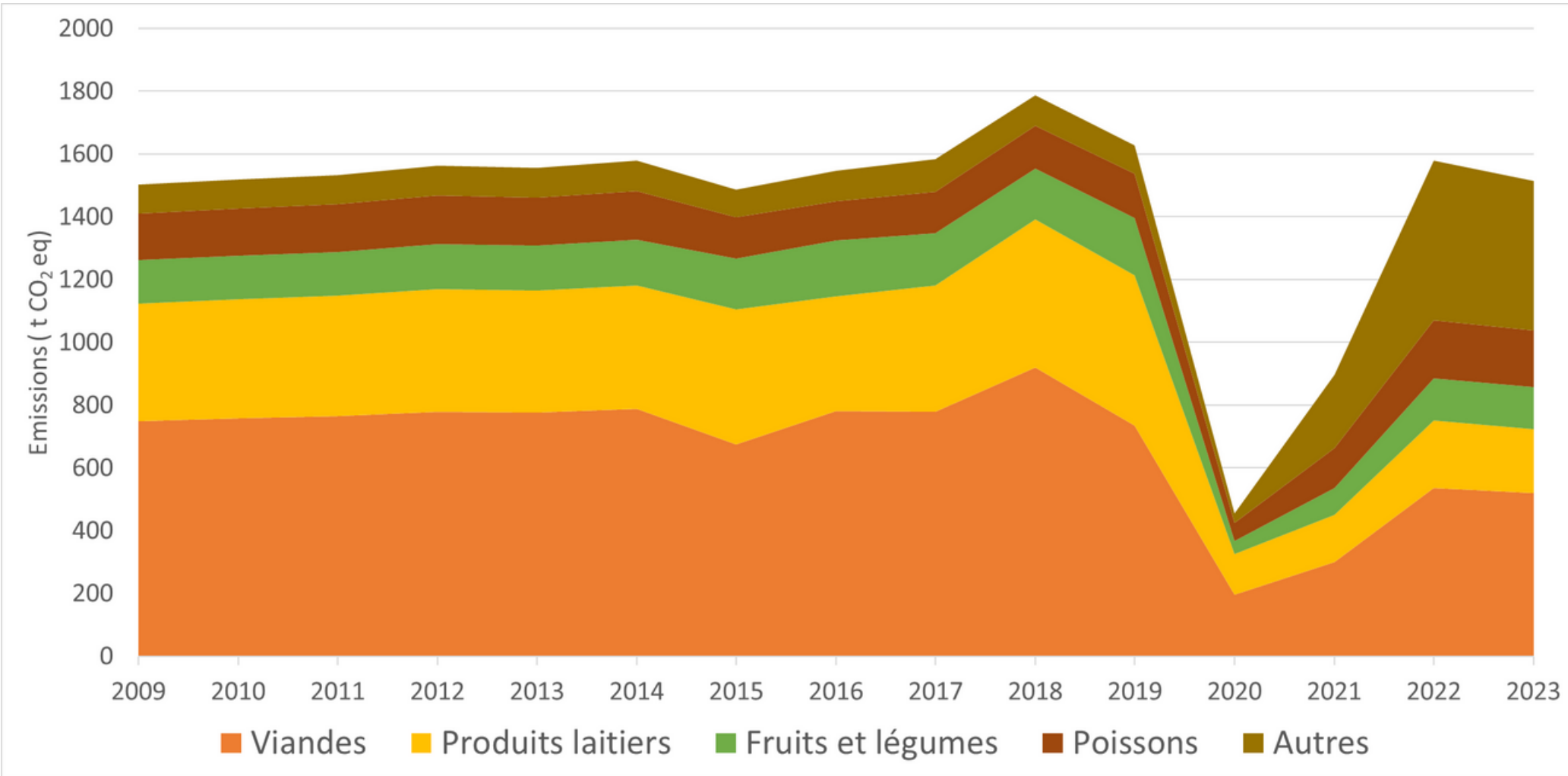
DÉCHETS - 113 T CO₂ EQ

- Les déchets occupent moins de 1% du bilan global de l'INSA Lyon
- Ce secteur se divise en deux grandes catégories de déchets qui représentent chacune 50% des émissions du secteur : les déchets dangereux (acides, amiante, batteries, néons,...) et les déchets non dangereux (papiers et cartons, déchets d'équipements électriques et électroniques,...)

ACHATS

ALIMENTATION - 1 514 T CO₂ EQ

- 34% des émissions sont attribuées à la viande
- 32% appartiennent à la catégorie "autre" qui comprend les plats industriels / transformés
- Les poissons et les produits laitiers représentent respectivement 12% et 13% des émissions
- Les fruits et légumes sont à l'origine de 9% des émissions

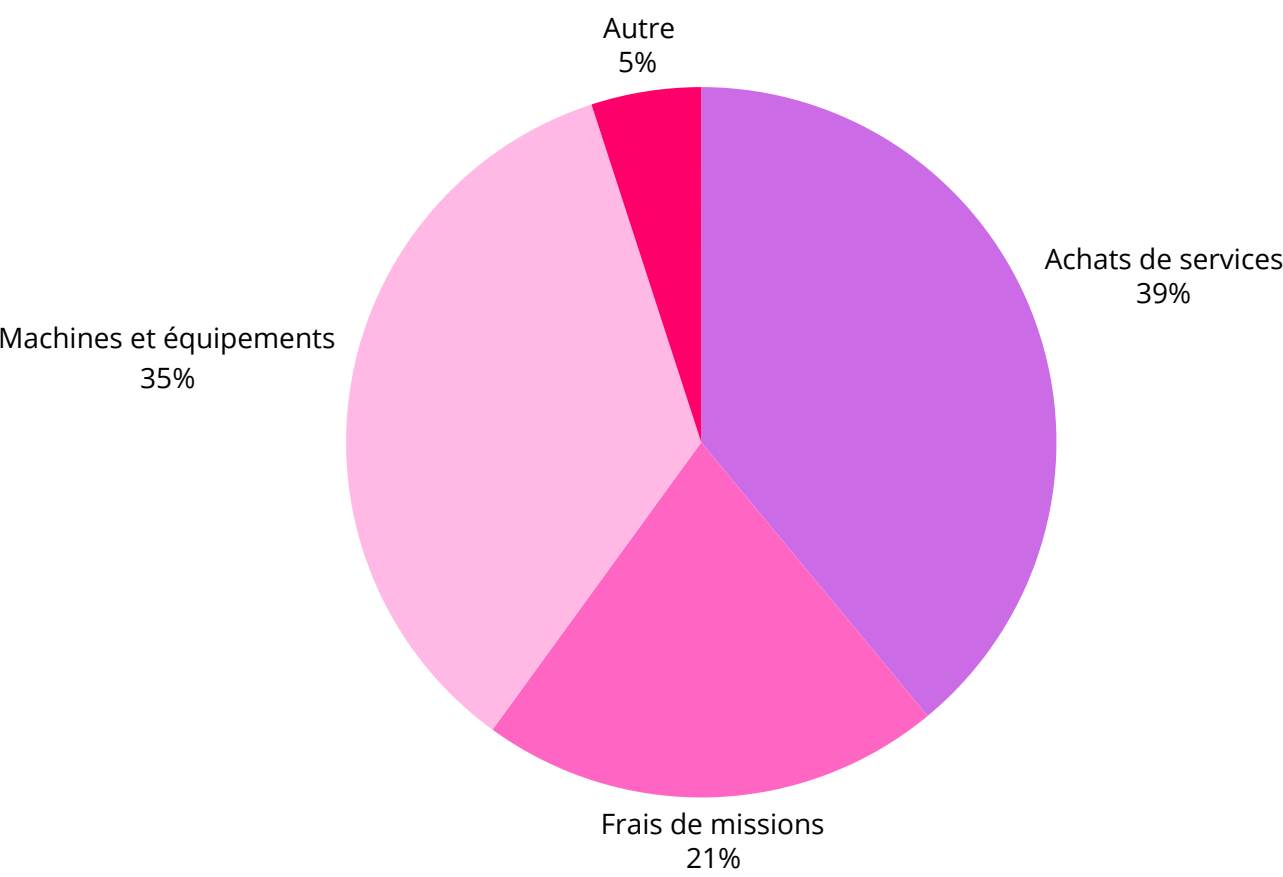


Evolution des émissions du secteur alimentaire par catégories d'aliments de l'INSA Lyon 2009-2023

IMMOBILISATION - 1 715 T CO₂ EQ

- La réhabilitation des bâtiment est la part la plus importante : 60% des émissions associées à l'immobilisation
- Les équipements informatiques sont le deuxième poste le plus important avec 36% des émissions
- Le mobilier occupe 3% des émissions seulement et la flotte de véhicules 1%

INTRANTS - 6 742 T CO₂ EQ



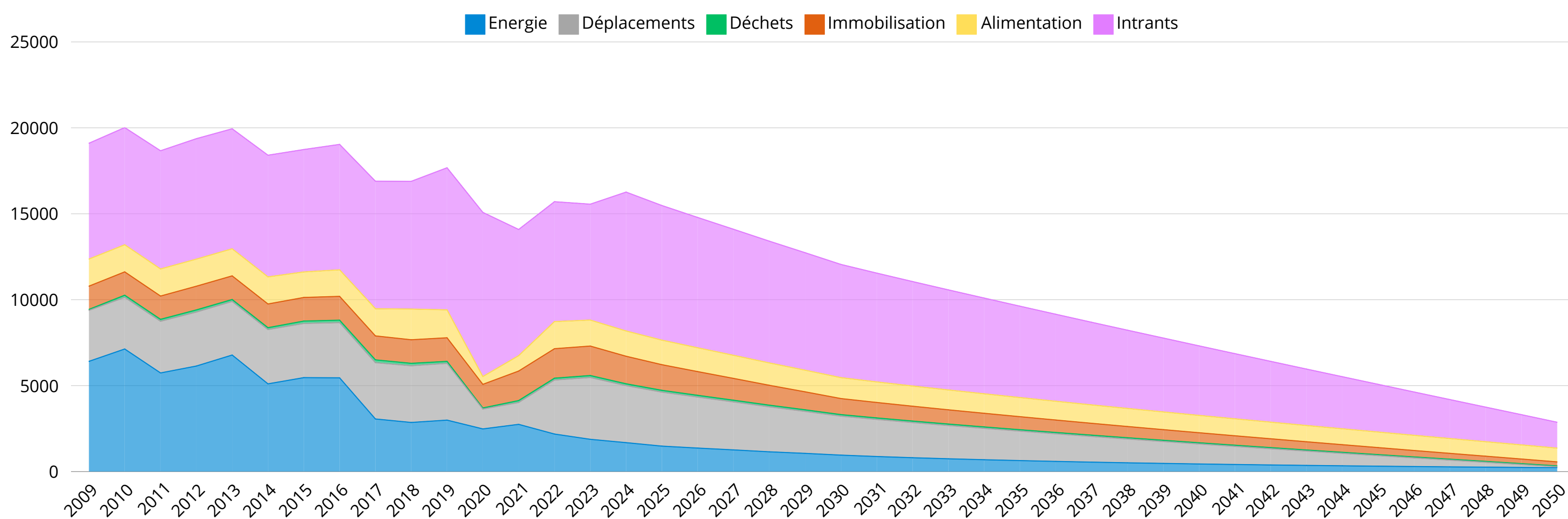
Répartition des émissions issues des intrants de l'INSA Lyon en 2023

On attribue la plus grande part du poste des achats aux intrants. Ils sont catégorisés en 4 groupes homogènes :

- Les achats de services (nettoyage, services de communication, juridiques, sociaux et de médecine...) représentent 39% du poste
- Les machines et équipements scientifiques sont à l'origine de 35% des émissions
- K: 17%
- Le sous-secteur "autre" comprend tous les achats non-catégorisés dans les groupes précédents : activités culturelles, fournitures d'entretien... et il occupe 5% des émissions associées aux intrants

LE PLAN DE TRANSITION POUR 2030 ET 2050

Les mesures proposées dans le cadre de l'élaboration d'un Bilan Carbone doivent être en cohérences avec les objectifs de **la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC)**. Dans cette logique, le graphique suivant illustre les projections effectuées pour l'INSA Lyon :



Projection des émissions globales par secteur de l'INSA Lyon jusqu'en 2050 selon la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC).

La diminution progressive équivaut à une réduction d'environ 2 à 3% annuelle des émissions globales de l'INSA Lyon jusqu'en 2030, puis de 7% en moyenne par année de 2030 à 2050. En d'autres termes, cela représente une réduction moyenne de 381 t CO₂ eq par an jusqu'en 2030 et de 483 t CO₂ eq par an de 2030 à 2050.

LES GRANDS LEVIERS D'ACTIONS

DES MODES DE DÉPLACEMENTS PLUS DURABLES

- Renforcer la **sensibilisation** sur les mobilités douces et durables auprès des étudiants et des personnels
- **Valoriser et soutenir** une politique de déplacements professionnels respectueuses de l'environnement
- **Réduire de façon significative** les émissions des mobilités étudiantes en mettant en place une **"limite carbone"** individuelle.

ACHETER DE MANIÈRE PLUS RESPONSABLE

- **Œuvrer** pour une **analyse plus complète** des achats
- **Accompagner les usagers** dans la définition de leurs **besoins en amont de l'achat**
- Définir une **politique d'achats en cohérence avec la SNBC**
- **Sensibiliser** les personnels sur la thématique des achats et leur part dans le Bilan Carbone

RENFORCER UNE POLITIQUE DE SOBRIÉTÉ ENERGÉTIQUE

- **Informier et sensibiliser** sur des usages et des **comportements responsables**
- Assurer la **qualité des bâtiments** : poursuivre la **rénovation globale déjà entamée** des composantes de l'INSA Lyon



BILAN CARBONE 2023

BILAN DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DE
L'INSTITUT NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUEE

JUILLET 2024

MATHIEU BOUYER, CHANTAL BERIDER, JULIDE KAYA, MOHAMED ABERKAN

Table des matières

Introduction	2
Organisation du rapport.....	3
Glossaire.....	4
Périmètre et résultats globaux.....	5
A. Périmètre	6
1. PERIMETRE TEMPOREL	6
2. PERIMETRE ORGANISATIONNEL	6
B. Résultats globaux	8
Emissions directes de GES.....	9
1. GAZ	11
2. CARBURANT DES VEHICULES	11
Emissions indirectes de GES liées à l'énergie.....	13
1. CHAUFFAGE URBAIN	14
2. ELECTRICITE	15
3. EAU	16
Autres émissions indirectes de GES	19
A. Emissions liées aux déchets	20
1. DECHETS NON DANGEREUX	21
2. DECHET DANGEREUX	21
B. Emissions indirectes associées au transport	23
1. DEPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL	24
2. DEPLACEMENTS DOMICILE-LIEU D'ETUDE	25
3. MOBILITES ACADEMIQUES ETUDIANTES	27
4. MOBILITES PROFESSIONNELLES	31
C. Emissions indirectes associées aux produits achetés.....	35
1. ACHATS LIES A L'ALIMENTATION	35
2. ACHATS LIES A L'IMMOBILISATION DE BIENS	40
3. INTRANTS (ACHATS HORS ALIMENTATION ET IMMOBILISATIONS)	45
Plan de transition 2030 et horizon 2050	53
A. La stratégie nationale bas carbone	54
B. Objectifs de réduction de l'INSA Lyon	54
C. Plan d'actions	57
1. DES MODES DE DEPLACEMENT PLUS DURABLES	57
2. ACHETER DE MANIERE PLUS RESPONSABLE	57
3. RENFORCER UNE POLITIQUE DE SOBRIETE ENERGETIQUE	57
BIBLIOGRAPHIE	58
Annexes.....	59

Introduction

L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (INSA Lyon) est une grande école d'ingénieurs française, figure d'excellence dans l'enseignement et la recherche des sciences appliquées. Présent sur le campus de LyonTech La Doua, l'établissement propose 9 spécialités d'ingénieurs, 6 masters spécialisés et est co-accrédité à 8 Ecoles Doctorales (ED) couvrant de nombreux domaines scientifiques et techniques. L'INSA Lyon, c'est aussi 22 laboratoires de recherche, 110 associations, 3 pôles de restauration et 11 résidences étudiantes. Il regroupe aujourd'hui 6300 élèves, plus de 700 chercheurs et enseignants-chercheurs, 581 doctorants et près de 700 personnels administratifs et/ou techniques.

L'article L229-25 du code de l'environnement impose à toute structure publique ayant un effectif supérieur à 250 personnes, d'établir un bilan de ses émissions de gaz à effet de serre (BEGES) (Article L229-25 - Code de l'environnement, 2023). En s'appuyant sur la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), ce bilan public doit donner un chiffrage et une analyse des émissions issues des activités de l'établissement et proposer des mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et de fait, lutter contre le changement climatique (*Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, s. d.*). Enfin, il servira à dresser le Schéma Directeur Développement Durable – Responsabilité Sociétale et Environnementale (SD DD&RSE) de l'INSA Lyon.

La SNBC a été introduite par la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) et adoptée en 2015 puis mise à jour en avril 2020. Elle donne les orientations à mettre en œuvre dans tous les secteurs d'activité pour réduire les émissions de gaz à effet de serre du pays et limiter les conséquences du réchauffement climatique. Ses deux objectifs globaux sont : atteindre la neutralité carbone pour 2050 et réduire l'empreinte carbone des Français (*Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, s. d.*).

Conscient de sa responsabilité environnementale et sociétale, l'INSA Lyon s'est lancé depuis 20 ans dans une démarche collective exigeante, mobilisant les chercheurs compétents dans les domaines concernés ; et en formant des ingénieurs responsables et engagés. En 2011, l'établissement a mis en place un programme d'action, Agenda 21, reprenant les 5 axes du plan vert de la loi Grenelle I, promettant de répondre aux enjeux environnementaux contemporains. En 2015, c'est en ligne avec les Objectifs de Développement Durables (ODD) adoptés par l'Assemblée générale des Nations Unies (AGNU) que ces engagements sont affirmés, avec la stratégie Ambition INSA 2030. Ces efforts se sont notamment vus récompensés par une labélisation DDRS en 2019, qui a été renouvelée en 2023. Dans la volonté d'être un établissement édifiant, l'INSA Lyon a également organisé un dispositif participatif : « L'assemblée pour la Transition Écologique et Sociale » pour porter la transition au cœur de la structure.

La méthodologie Bilan Carbone® est portée par l'Association pour la transition Bas Carbone (ABC) ; elle-même créée par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) et l'Association des Professionnels en Conseil Climat Énergie et Environnement (APCC), dans le but de diffuser une méthode et des outils communs contribuant à la lutte contre le réchauffement climatique (*L'ABC - Du Bilan Carbone® à l'intérêt général, s. d.*).

Expérimentée dans l'utilisation de cette méthode depuis 2009, l'INSA Lyon a perfectionné ce travail pour l'année 2023 notamment grâce à des données plus précises, une décomposition plus fine des secteurs d'émissions et la création de supports plus complets et synthétiques. Ce rapport, au-delà de la démarche réglementaire, permettra de renforcer les politiques et les orientations de l'établissement ainsi que de construire un Schéma Directeur DD&RSE solide.

Organisation du rapport

Ce Bilan Carbone® vise à estimer les émissions, tous secteurs confondus, dues aux activités de l'INSA Lyon. Il s'organise en 4 grandes parties :

- Le périmètre choisi dans le cadre de l'élaboration du bilan, conformément à la méthodologie du guide de l'ADEME ; c'est-à-dire le périmètre temporel, organisationnel et opérationnel (Méthode pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre, 2022)
- La présentation des résultats globaux d'émissions de GES divisés selon les 6 principaux postes d'émissions :
 - Energie
 - Déchets
 - Déplacements
 - Achats (divisés en 3 postes d'émissions¹) :
 - Alimentation
 - Immobilisations
 - Intrants

Les émissions sont calculées grâce à la base de données nommée Base Empreinte® (indicateurs d'émissions, facteurs d'émissions, incertitudes...) disponible sur le site de l'ADEME (*Jeux de données / Base Empreinte*®, s. d.).

- Le détail des émissions pour les trois SCOPES ; découpées en plusieurs postes remarquables. Pour chacun des postes sont indiqués : la méthode de récolte et de traitement des données, les incertitudes et hypothèses², les résultats et leurs analyses et enfin un « mini plan de transition » pour chacun des sous-secteurs basés sur les projections nationales
- Le plan de transition global de l'établissement : il se base sur les objectifs nationaux de la SNBC et propose des projections pour 2030 et 2050.

¹ La méthodologie du Bilan Carbone® présente les Immobilisations de biens, les Achats de biens et de service comme des sous-catégories des émissions indirectes liées aux produits achetés ; ce qui explique pourquoi le secteur des achats est « découpé » en trois grandes parties.

² Les hypothèses font référence ici à des choix permettant de globaliser et/ou de simplifier le traitement des données et l'obtention de résultats les plus représentatifs possible.

Glossaire

ED : Ecole Doctorale

BEGES : Bilan des Emissions de Gaz à Effet de Serre

SNBC : Stratégie Nationale Bas-Carbone

GES : Gaz à effet de serre

SD DD&RSE : Schéma Directeur Développement Durable – Responsabilité Sociétale et Environnementale

LTECV : Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte

ODD : Objectifs de Développement Durable

AGNU : Assemblée Générale des Nations Unies

ABC : Association pour la transition Bas Carbone

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie

APCC : Conseil Climat Energie et Environnement

DDRS : Développement Durable et Responsabilité Sociétale

ISO : International Organization for Standardization (Organisation Internationale de la Normalisation)

NACRES : Nomenclature Achats Recherche Enseignement Supérieur

Périmètre et résultats globaux

A. Périmètre

1. PERIMETRE TEMPOREL

Ce Bilan Carbone® regroupe la totalité des émissions de gaz à effet de serre de l'INSA Lyon sur le campus lyonnais sur l'année 2023.

2. PERIMETRE ORGANISATIONNEL

L'INSA Lyon est localisé sur deux campus : LyonTech-La Doua à Villeurbanne et l'Include Campus à Oyonnax. Financé dans le cadre du projet « INCLUDE, une Université Inclusive », les infrastructures à Oyonnax ont ouvert leur porte très récemment, à la rentrée de 2023. Pour le Bilan Carbone® de 2023, nous nous concentrerons donc seulement sur les activités du campus Lyonnais.

Comme préconisé par la norme ISO 14064-1³, ce bilan portera une approche du contrôle opérationnel de l'INSA, en prenant en compte toutes les activités de l'établissement :

- Activités de formation
- Activités de recherches
- Activités administratives et de gestion

La carte ci-dessous définit le périmètre et l'ensemble des infrastructures considérées composant l'INSA Lyon : bâtiments de cours, laboratoires et administrations, bâtiments de chaque spécialités, résidences étudiantes, restaurants, espaces culturels et enfin les aménagements sportifs.

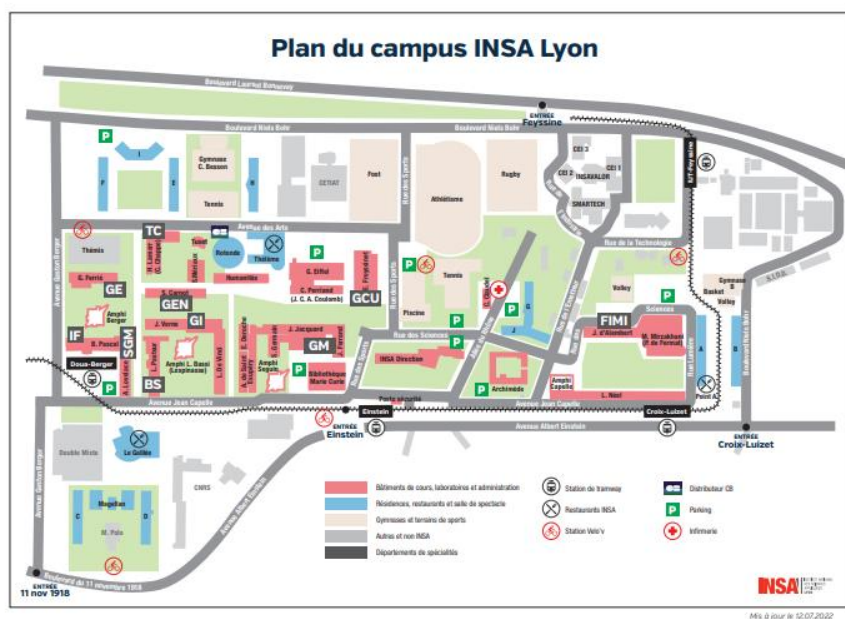


Figure 1 : Plan de l'INSA Lyon - campus Lyonnais (Plan d'accès LyonTech-la Doua - INSA Lyon, 2014)

³ La norme ISO 14064-1 est une norme internationale de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) qui fournit des méthodes standardisées de quantification et de rédaction de rapports sur les émissions et suppressions de GES pour tout organisme, de tout type, taille et secteur d'activité. Ainsi, la méthodologie du Bilan Carbone® proposée par l'ADEME et la norme ISO 14064-1 sont deux approches complémentaires de quantification des émissions de GES

3. PERIMETRE OPERATIONNEL⁴

Conformément à la dernière version de la méthodologie du Bilan Carbone® (version 5, juillet 2022) ; et en cohérence avec la norme ISO 14064-1, ce bilan inclut :

- Les émissions directes de GES, issues du périmètre organisationnel
- Les émissions indirectes de GES nées des opérations et activités de la structure mais aussi de l'usage des biens et services qu'elle produit

Ces émissions sont aujourd'hui classées en 6 catégories (qui peuvent être vues comme des sous-catégories des 3 SCOPES) :

- Les émissions directes liées à l'énergie
- Les émissions indirectes liées à l'énergie
- Les émissions indirectes associées au transport
- Les émissions indirectes issues des produits achetés
- Les émissions indirectes associées aux produits vendus (l'INSA n'est pas concerné)
- Les autres émissions indirectes (celles qui ne sont pas associables aux autres catégories)

Nous pouvons représenter schématiquement le périmètre de comptabilisation des émissions de GES de l'INSA :

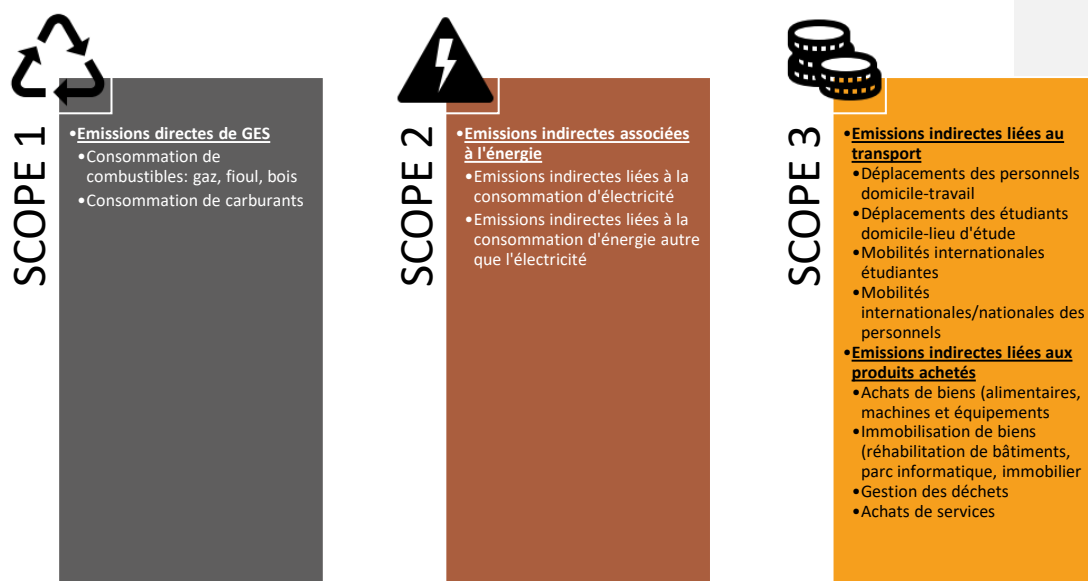


Figure 2 : Schématisation des données du périmètre opérationnel

⁴ Le contrôle opérationnel se concentre sur toutes les émissions provenant des activités et installations que la structure contrôle. Cette approche est privilégiée lorsque le but du BEGES est de proposer des mesures de réductions directes des émissions ; alors que l'approche du contrôle financier est davantage pertinente pour les structures plus complexes et que l'empreinte carbone est un indicateur d'investissements financiers.

B. Résultats globaux

En 2023, l'ensemble des activités de l'INSA Lyon ont généré $15\,559 \pm t\ CO_2\ eq$

La figure suivante illustre la répartition des émissions de gaz à effet de serre selon les 6 secteurs d'émissions mentionnés précédemment :

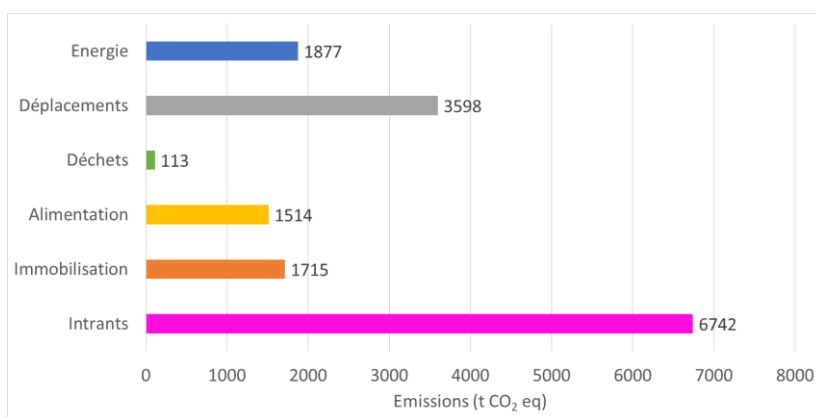


Figure 3 : Emissions de l'INSA Lyon par secteur en 2023

On constate que le poste le plus émissif est celui des intrants (équivalent aux achats hors alimentation et immobilisation), suivi des déplacements, puis l'énergie et l'immobilisation dans des proportions similaires et enfin l'alimentation et les déchets.

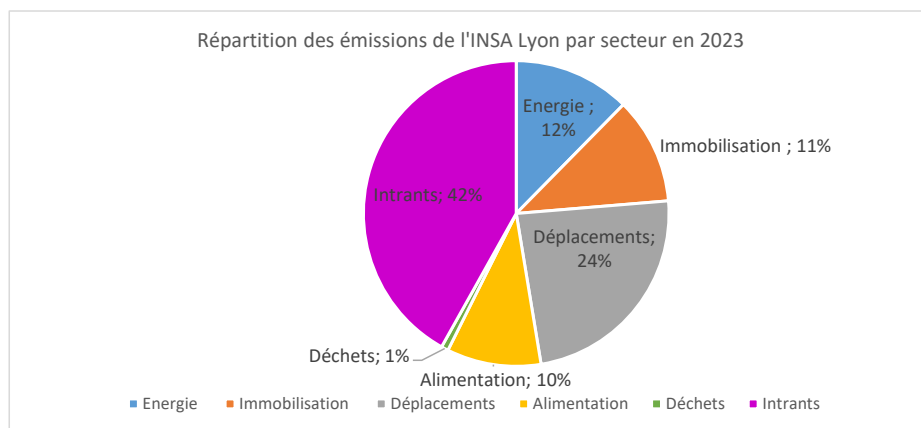


Figure 4 : Répartition des émissions par secteur de l'INSA Lyon en 2023

Les incertitudes globales se bar les incertitudes calculées et/ou estimées pour chacun des secteurs⁵. Elles s'élèvent à 3900 sur les émissions totales de 2023 ce qui correspond à une incertitude globale de 25%.

Commenté [JK1]: Résultats faux : à revoir avec les incertitudes sur les achats et l'immobilisation

⁵ Notons que l'ensemble des résultats présentés dans ce rapport sont arrondi à la tonne près.

Emissions directes de GES

**Consommations énergétiques directes de
l'INSA Lyon**

⇒ Méthodologie de traitement des données

Le secteur d'énergie regroupe l'ensemble des émissions dues à la consommation énergétique du campus de l'INSA Lyon. Ce sont les consommations énergétiques des différentes résidences ainsi que celles des bâtiments école (cours, amphithéâtres et services de support) et enfin celles des deux principaux restaurants qui ont été prises en compte.

Nous avons dans un premier temps classé les différentes sources d'émissions par « sous-secteur » :

- Chauffage urbain
- Gaz
- Electricité
- Carburant
- Usage de l'eau

Ces sources d'émissions appartiennent pour certaines aux émissions directes et pour d'autres indirectes. Les deux sous-secteurs appartenant à la partie des émissions directes sont le gaz et les carburants pour les véhicules.

Les données de consommation de chacun de ces sous-secteurs ont été récupérées auprès de la direction du patrimoine immobilier. À partir de ces consommations, nous avons réalisé un tableau rassemblant les consommations énergétiques par sous-secteur pour chaque année.

Ce sont deux sources d'incertitudes qui sont considérées pour le poste de l'énergie :

- Les incertitudes affiliées aux facteurs d'émissions de l'ADEME
- Les incertitudes issues de certains calculs d'émissions déjà effectués en interne qu'on estimera à 10% (*Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact, s. d.*)

Ainsi, des calculs d'incertitudes sont fait pour chacun des sous-secteurs, que nous avons ensuite pu ramener au global. Les incertitudes pour les émissions énergétiques directes s'élèvent finalement à 12%

⇒ Résultats et évolutions des émissions de gaz à effet de serre

Les émissions issues de la consommation énergétique directe sont de 73 ± 9 t CO₂ eq soit moins de 1% des émissions totales de l'INSA Lyon

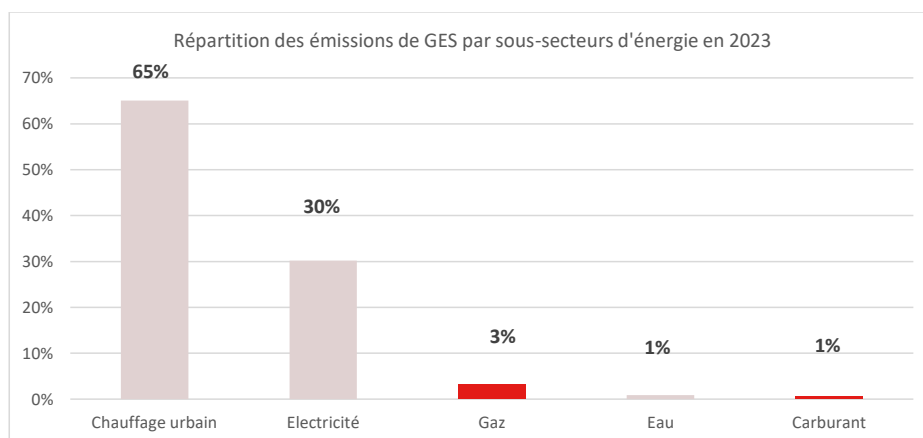


Figure 5 : Répartition des émissions de GES du secteur de l'énergie par sous-secteur

Le graphe ci-dessus représente les émissions de GES en pourcentage des différents sous-secteurs d'énergie à l'INSA. On constate que les émissions liées au gaz et aux carburants des véhicules sont particulièrement faibles et représentent seulement 4% des émissions.

Tableau 1 : Emissions directes du secteur de l'énergie en 2023

Sous-secteur d'énergie	Emissions associées (en t CO ₂ eq)
Gaz	61
Carburant véhicule	12

1. GAZ

Les émissions liées à la consommation de gaz sont à l'origine de 61 ± 7 t CO₂ eq soit 3% des émissions du secteur de l'énergie

D'après les facteurs d'émissions de l'ADEME, l'incertitude de ce sous-secteur est de 5% ce qui est plutôt faible 5%.

Le graphe suivant, illustre l'évolution des émissions de GES de Gaz de 2009 à 2023.

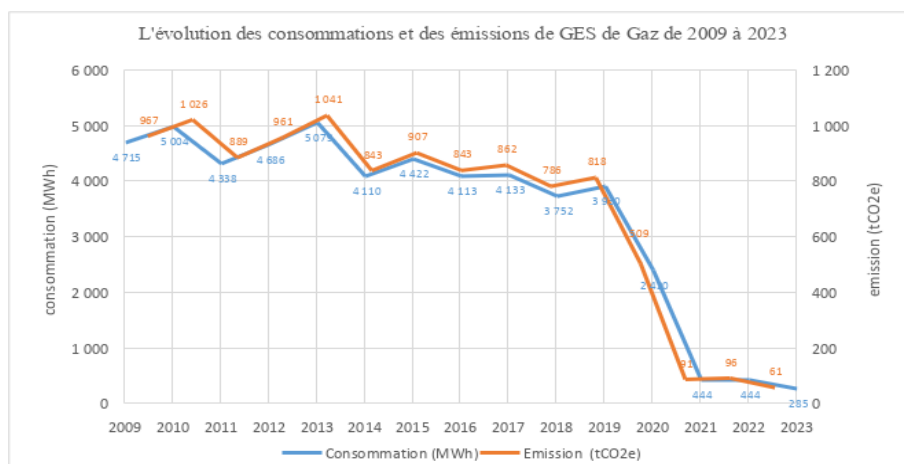


Figure 6 : Evolution des consommations et émissions du secteur énergétique 2009 - 2023

On remarque que les émissions ont diminué de manière significative de 2021 à 2023. Cette diminution est principalement attribuée au passage du gaz au chauffage urbain dans les résidences et certains bâtiments de l'INSA. De plus, l'utilisation du gaz est fréquente dans les deux restaurants de l'INSA (Galilée et Thélème) pour diverses opérations culinaires et de maintenance.

2. CARBURANT DES VEHICULES

Les émissions liées à la consommation des carburants sont à l'origine de 12 ± 2 t CO₂ eq soit 1% des émissions du secteur de l'énergie

La contribution de carburant des véhicules aux émissions de GES du secteur de l'énergie se répartit en 3 :

- Essence : 4 t CO₂ eq/litre
- Gazole (litre) : 8 t CO₂ eq/litre
- Gaz naturel véhicule : 0,05 t CO₂ eq/Kwh

Ce graphe montre l'évolution des émissions de GES de carburant des véhicules :

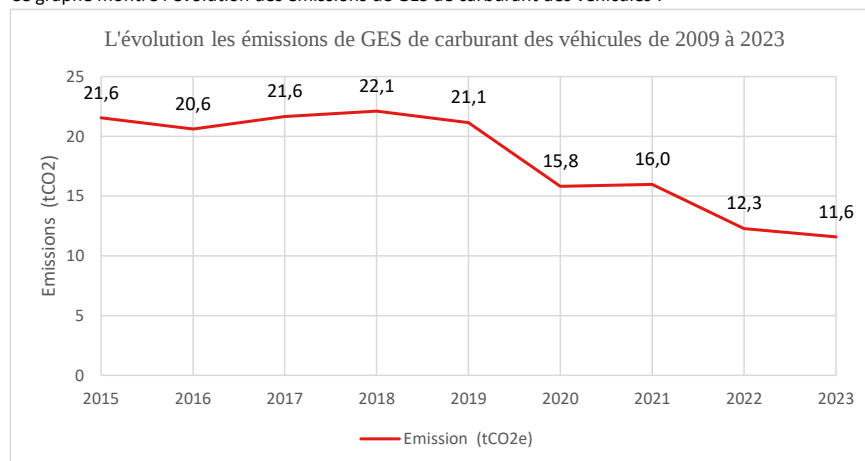


Figure 7 : Evolution des émissions liées à la consommation de carburant 2009 - 2023

On constate qu'il y a eu une diminution importante 2022 et 2023, ceci est à cause de l'achat des véhicules électriques, dont l'utilisation de gazole et l'essence est minime.

Emissions indirectes de GES liées à l'énergie

**Consommations indirectes liées à
l'électricité et autres sources d'énergie**

⇒ **Méthodologie de traitement des données**

Pour les émissions indirectes associées à l'énergie, nous avons opté pour le même processus que les émissions directes. Les sous-secteurs de l'énergie associées aux émissions indirectes sont :

- Le chauffage urbain
- L'électricité
- L'eau

⇒ **Résultats et évolutions des émissions de gaz à effet de serre**

Les émissions issues de la consommation énergétique indirecte sont de 1805 ± 469 t CO₂ eq soit 12% des émissions totales de l'INSA Lyon.

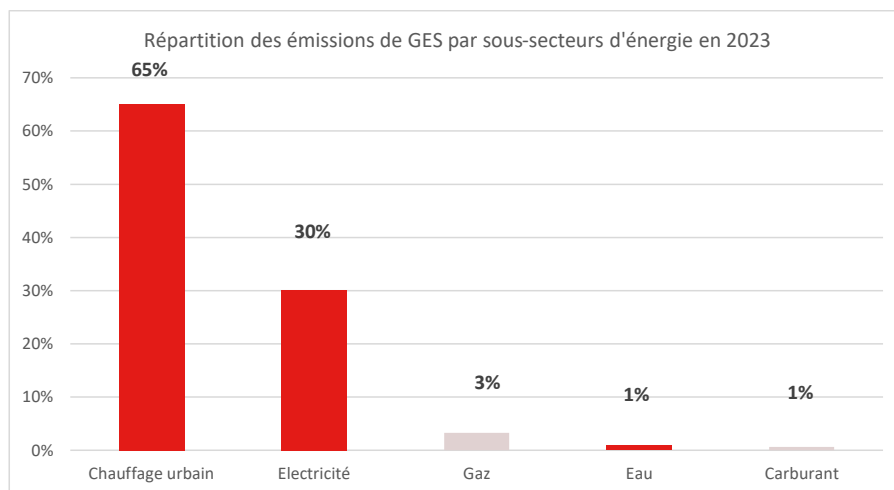


Figure 8 : Répartition des émissions de GES du secteur de l'énergie par sous-secteur

Ici, on voit que chauffage urbain est à l'origine de 65% du secteur énergétique, suivi de l'électricité à 30% et enfin, l'eau est négligeable puisqu'elle ne représente qu'1% des émissions.

Tableau 2 : Emissions indirectes du secteur de l'énergie en 2023

Sous-secteur d'énergie	Emissions associées (en t CO ₂ eq)
Chauffage urbain	1223
Electricité	566
Eau	17

1. CHAUFFAGE URBAIN

Les émissions liées au chauffage urbain sont à l'origine de $1\,223 \pm 386$ t CO₂ eq soit 60% des émissions du secteur de l'énergie

Les émissions liées au chauffage urbain dépendent principalement de la ressource énergétique alimentant les réseaux de chaleur, ce qui en fait le sous-secteur le plus émissif. Selon le rapport de sobriété énergétique de l'INSA actualisé en 2021, Le mix énergétique du Chauffage Urbain (seule la résidence I est équipée en chauffage électrique) de Lyon – Villeurbanne – Bron est annuellement composé de 30% gaz et 70% renouvelable (biomasse et incinération des déchets managers de la métropole).

Ce graphe ci-dessous représente l'évolution des émissions de GES de chauffage urbain à l'INSA depuis 2009 :

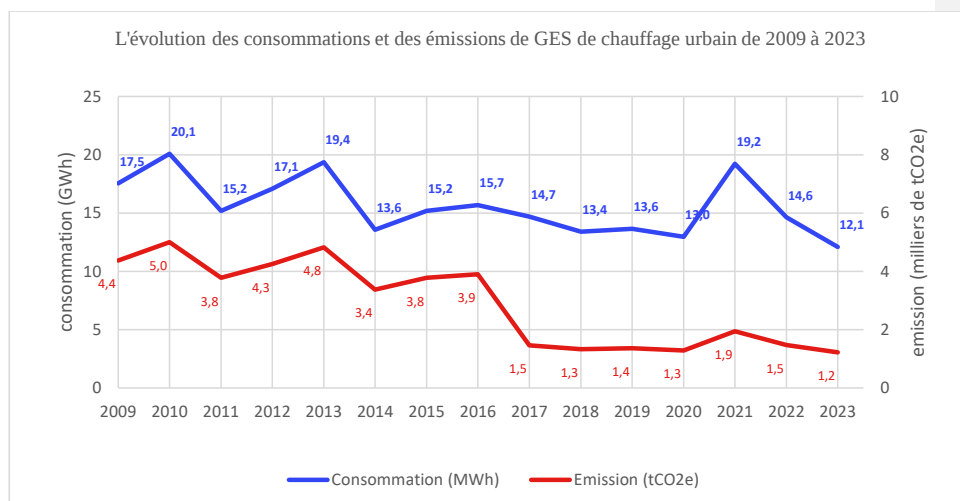


Figure 9 : Evolution des émissions et consommations du chauffage urbain 2009 - 2023

On peut voir une réduction remarquable de 48 % des émissions en 2017. Cette diminution est due notamment au passage du chauffage urbain à un mix énergétique plus propre.

2. ELECTRICITE

Les émissions liées à la consommation d'électricité sont à l'origine de 566 ± 80 t CO₂ eq soit 30% des émissions du secteur de l'énergie

L'INSA exploite une boucle haute tension HTA (20 000V) et distribue le courant dans les bâtiments en basse tension (380 V pour les appareils triphasés et 240 V pour les lignes classiques)

L'augmentation de la production d'électricité en 2023 s'explique par plusieurs facteurs. D'une part, la production nucléaire a connu une hausse significative de (+41,5 TWh). D'autre part, les productions hydraulique, éolienne et solaire ont également augmenté, avec une hausse de (+9,2 TWh) pour l'hydraulique et de (+15,2 TWh pour les filières éolienne et solaire cumulées). Parallèlement, 2023 a vu une nette baisse de la production des moyens thermiques fossiles, avec une diminution de (-16,5 TWh), ceux-ci ayant été fortement sollicités en 2022 pour compenser la moindre disponibilité des filières décarbonées (*Bilan électrique 2023 | RTE, s. d.*).

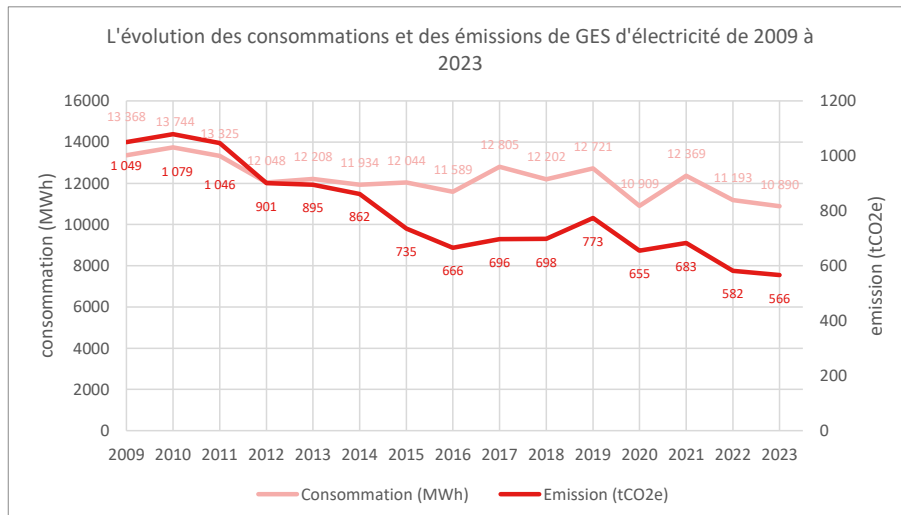


Figure 10 : Evolution des consommations et émissions électriques 2009 - 2023

D'après ce graphe qui illustre l'évolution de la consommation et des émissions associées à l'électricité, on constate que celles-ci ont diminué depuis 2009 sauf en 2019, où on note une augmentation. En 2022 et 2023, la baisse significative des émissions est due à une augmentation de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique. Des investissements substantiels dans l'énergie solaire, éolienne, hydraulique et notamment nucléaire ont probablement contribué à cette réduction.

3. EAU

Les émissions liées à la consommation en eau sont à l'origine de 17 ± 3 t CO₂ eq soit 1% des émissions du secteur de l'énergie

Même si les émissions liées à la consommation d'eau à l'INSA sont considérées comme négligeables, l'établissement a renforcé ses initiatives pour que les émissions liées à ce sous-secteur continuent de diminuer. L'INSA s'engage dans une gestion durable des eaux urbaines à travers un projet européen "CO-UDlabs" de quatre ans, depuis 2021 (Co-UDlabs, 2021). L'objectif de ce projet est de contribuer à faire évoluer les pratiques et l'innovation en matière de gestion des eaux urbaines. Ces recherches s'inscrivent au sein du laboratoire DEEP de l'INSA.

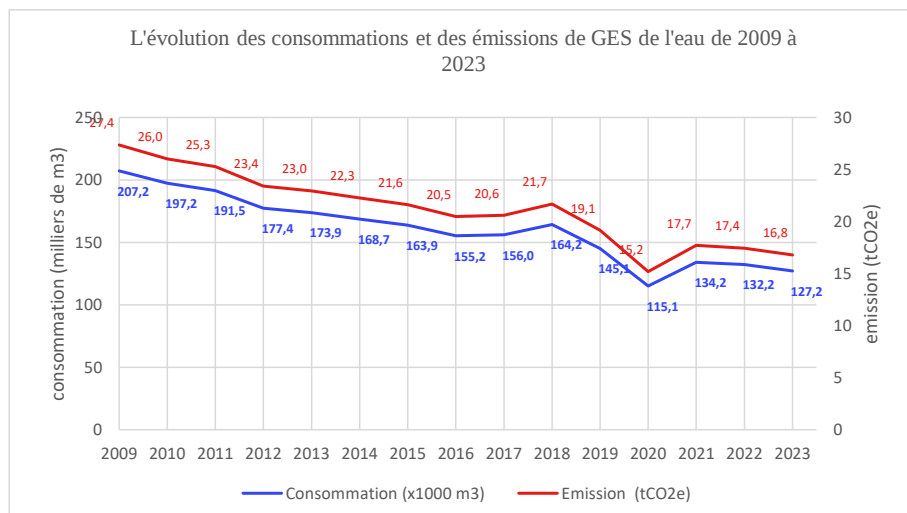


Figure 11 : Evolution des consommations et émissions associées à l'eau 2009 - 2023

Ce graphique représente l'évolution des émissions liées à la consommation d'eau à l'INSA depuis 2009. On observe que ces émissions continuent à diminuer, notamment en 2020. Cette diminution s'explique par la pandémie du COVID-19, où l'établissement a dû fermer ses portes.

En plus de son engagement dans le projet "CO-UDlabs", l'INSA a installé des mousseurs d'eau dans les bâtiments et les laboratoires au cours des trois dernières années. Ces mousseurs permettent de réaliser des économies d'eau en aérant l'eau grâce au principe du phénomène hydraulique Venturi, permettant d'observer des diminutions remarquables des émissions après l'année 2020.

Plan de transition

CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) est une organisation qui calcule et communique les émissions de GES en France et à l'étranger. Cet organisme a notamment montré que les émissions nationales de GES atteignent 35 Mt CO₂ eq dans le secteur de l'énergie en 2023 ; en baisse de -18% par rapport à 2022. Dans le cadre relatif à la transition énergétique pour la croissance verte, le gouvernement s'est fixé un objectif ambitieux de porter la production d'énergie renouvelable à 32% de notre consommation énergétique finale en 2030. Cet objectif pourra être atteint si en portant la part de la production d'électricité renouvelable à 40% de la production totale de l'électricité.

D'après les statistiques du Ministère du développement durable, le secteur d'énergie ne pèse que 10 % des émissions totales du France. Cela s'explique grâce à une production d'électricité relativement décarbonée grâce à l'usage du nucléaire et des énergies renouvelables. De plus, la Loi de transition énergétique pour la croissance verte de 2015, modifiée par la loi énergie-climat de 2019, a fixé des objectifs pour renforcer la décarbonation de ce secteur. Ces objectifs incluent l'atteinte d'une part d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie « d'au moins 33 % » d'ici 2030. Cet objectif est décliné par vecteur énergétique : 40 % de la production d'électricité, 38 % de la consommation finale de chaleur, 15 % de la consommation finale de carburant et 10 % de consommation finale de gaz. Enfin, cette loi prévoit d'atteindre 50 % de production d'électricité par source nucléaire d'ici 2035.

La SNBC encourage la réduction des émissions de GES associées au secteur d'énergie avec :

- Une réduction de 33% des émissions en 2030 par rapport à 2015
- Une réduction de 96 % des émissions en 2050 par rapport à 2015
- Une décarbonation quasi-complète de la production d'énergie à l'horizon 2050
- La sortie de charbon dans la production d'électricité, et dans la production de chaleur

En se basant sur ces objectifs de réduction visés par la SNBC pour 2030 et 2050, nous avons projeté et estimé l'évolution des émissions de GES dans le secteur de l'énergie afin d'analyser la tendance de la trajectoire de l'INSA vers la décarbonation de ce secteur :

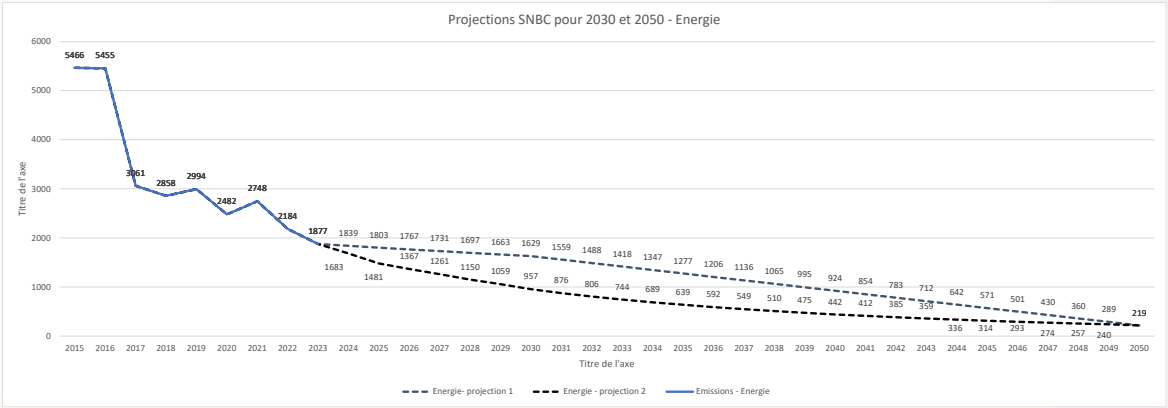


Figure 12 : Projections SNBC de l'INSA pour le secteur de l'énergie

L'INSA a déjà répondu aux objectifs prévus pour 2030, c'est-à-dire réduire de 33% les émissions du secteur par rapport à 2015, en 2017 avec une réduction de 44% des émissions dans ce secteur. Cette chute notable en 2017 est due à la rénovation des bâtiments de l'INSA, qui a amélioré leur efficacité énergétique. Cette rénovation a permis l'isolation des murs et la rénovation thermique des bâtiments, réduisant ainsi la quantité d'énergie nécessaire pour chauffer et refroidir les espaces intérieurs.

Cela a mené à la modélisation de deux projections jusqu'en 2050. La première projection (nommée « Projection 1 ») se traduit par deux étapes de réduction : une jusqu'en 2030 avec 35 t CO2 eq/an et une autre jusqu'en 2050 avec une réduction de 71 t CO2 eq/an. Les efforts à fournir pour la deuxième partie de cette modélisation sont très (trop) important d'une année à l'autre : ils peuvent aller jusqu'à une réduction de 24% des émissions du secteur de l'énergie en un an. On peut parler d'une modélisation « accélérée ». Cela nous amène à la deuxième modélisation (que l'on peut appeler « régulière », nommée « Projection 2 ») qui prévoit une réduction progressive, jusqu'aux objectifs de 2050 : ainsi on se retrouve avec une réduction de 5 à 7% par an des émissions.

Pour répondre à ces défis, deux éléments sont à combiner :

- Déployer et investir des efforts en matière d'efficacité énergétique : limiter les usages excessifs d'énergie et les fuites, et faire adopter aux consommateurs des comportements promouvant un usage modéré
- Opter pour l'utilisation d'énergies renouvelables ou encore de la récupération d'énergie

Ainsi, les grandes mesures proposées par l'INSA Lyon sont :

- Inciter et encourager les comportements responsables auprès des individus qui composent l'INSA Lyon : limiter l'utilisation des équipements énergivores, adopter des comportements « écoresponsables »
- Optimiser l'usage des équipements scientifique énergivores, lorsque cela est possible
- Réduire les consignes de chauffages lorsque les locaux sont vides (ou presque)
- Proposer des outils et des méthodes de suivi performants des consommations des bâtiments, vers une exploitation plus durable
- Assurer la qualité des bâtiments : poursuivre la rénovation globale des composantes de l'INSA Lyon

Autres émissions indirectes de GES

Déchets, transports, produits achetés

A. Emissions liées aux déchets

⇒ Méthodologie de traitement des données et les incertitudes

Pour le secteur des déchets, nous avons calculé et estimé les émissions de GES à travers deux grandes catégories :

- Les déchets dangereux
- Les déchets non dangereux

Un traitement détaillé a été effectué sur les déchets dangereux, en compléments des analyses effectués les années précédentes.

Ce sont les personnels chargés de la prévention de l'INSA Lyon qui nous ont fourni les données relatives au secteur des déchets. Pour les deux grandes catégories de déchets, nous avons eu : les quantités générées par l'établissement et le mode de traitement (élimination, stockage ou valorisation). En catégorisant ainsi les déchets, nous pouvons identifier des stratégies spécifiques pour la gestion et la réduction des émissions de chaque type de déchet, améliorant ainsi l'efficacité des mesures environnementales mises en place par l'institution.

Deux sources d'incertitudes existent dans la façon dont nous avons traité les données obtenues : les incertitudes des facteurs d'émissions pour chaque type de déchets de l'ADEME ainsi que les incertitudes des données d'activité. Nous avons estimé ces dernières à 10 %, les considérant comme faibles à très faibles pour les deux catégories de déchets.

⇒ Résultats et évolutions des émissions de GES

Les émissions issues du secteur des déchets sont de 113 ± 106 t CO₂ eq soit 1% des émissions totales de l'INSA Lyon

Les deux figures ci-dessous représentent les émissions associées à chaque type de déchets généré à l'INSA en 2023 :

Tableau 3 : Emissions issues des sous-catégories de déchets

Types de déchets	Emissions associées (en t CO2 eq)
Déchets industriels banals	22
Emballages restaus	14
Papiers-cartons	11
Fermentescibles	7
Bennes bois	2
Bennes gravats	1

Commenté [JK2]: Source ?

Commenté [JK3]: Résultats d'incertitudes aberrants : à revoir

1. DECHETS NON DANGEREUX

Les émissions liées aux déchets non dangereux sont à l'origine de 57 ± 45 t CO₂ eq soit 50% des émissions du secteur des déchets

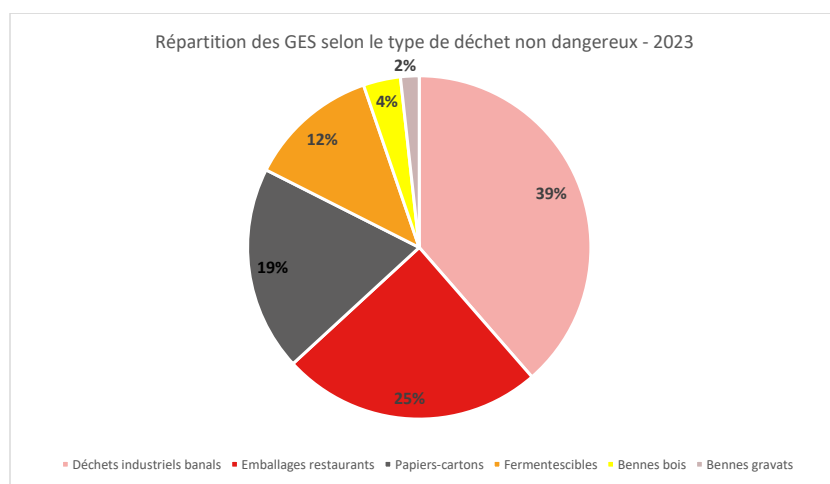


Figure 13 : Répartition des émissions issues des déchets non dangereux

Ce sont les déchets industriels banals qui génèrent le plus d'émissions, suivis par les emballages des restaurants et des papiers/cartons. Ensuite, ce sont les déchets fermentescibles, puis les bennes de bois et de gravats, occupant des parts beaucoup plus faibles.

2. DECHET DANGEREUX

Les émissions liées aux déchets dangereux sont à l'origine de 56 ± 61 t CO₂ eq soit 50% des émissions du secteur des déchets

À l'INSA, deux types principaux de déchets dangereux sont traités :

Tableau 4 : Emissions issues des sous-secteurs des déchets dangereux

Types de déchets	Emissions associées (en t CO ₂ eq)
Déchets d'équipement électriques et électroniques	42
Déchets industriels spéciaux	14

Plan de transition

En 2022 en France, la totalité des déchets générés et traités était d'environ 15,2 Mt CO2 eq, représentant environ 4 % des émissions nationales. Bien que ce secteur soit souvent considéré comme un faible contributeur en termes d'émissions, la France a fixé via la SNBC des objectifs ambitieux pour réduire ces émissions :

- Réduire de 50 % la quantité de déchets non dangereux non inertes mis en décharge à l'horizon 2025 par rapport à 2010
- Valoriser 65 % des déchets non dangereux non inertes, notamment organiques 2025, via notamment la généralisation du tri à la source des biodéchets
- Valoriser énergétiquement les déchets qui ne peuvent être recyclés en l'état des techniques disponibles et qui résultent d'une collecte séparée ou d'une opération de tri réalisée dans une installation prévue à cet effet.

Conformément à la loi contre le gaspillage et pour l'économie circulaire, tous les particuliers ont l'obligation de trier leurs biodéchets. L'INSA s'est également engagé à respecter cette obligation. Cet engagement vise principalement à éviter les émissions de GES provenant des sources alimentaires, notamment des restaurants, et à réduire la quantité de ces déchets. En mettant en place des pratiques rigoureuses de tri et de gestion des biodéchets, l'INSA contribue non seulement à la diminution de son empreinte carbone mais aussi à la promotion d'une gestion durable des ressources, en alignement avec les objectifs de l'économie circulaire. Cette initiative reflète l'engagement de l'institution à adopter des pratiques environnementales responsables et à soutenir les efforts nationaux de réduction des déchets et des émissions de GES

Plus globalement, SNBC porte comme objectifs de réduire les émissions du ce secteur de 37 % d'ici 2030 par rapport à 2015 et de 66 % à l'horizon 2050. Cela permet d'effectuer les projections pour l'INSA Lyon :

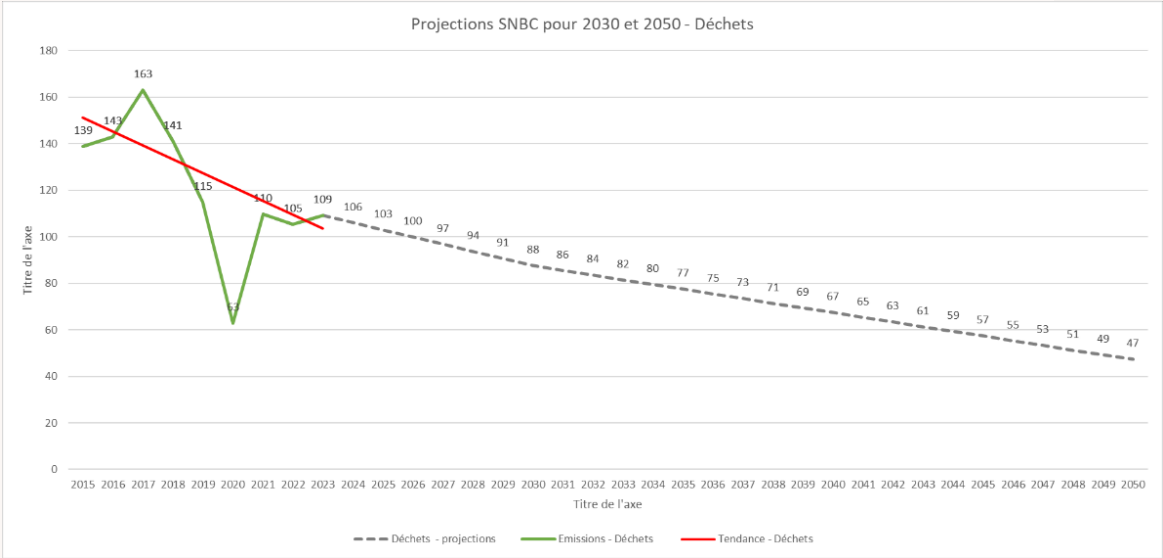


Figure 14 : Projection SNBC de l'INSA Lyon pour le secteur des déchets

Pour atteindre l'objectif de réduction des émissions de 2030 et 2050, nous estimons que l'INSA doit réduire ses émissions de 3% chaque année à partir de 2023.

A l'INSA Lyon, on observe une diminution significative des émissions liées au secteur des déchets à partir de 2018, avec une chute particulière en 2020 en raison de la fermeture de l'INSA pendant la pandémie du Covid-19. La tendance générale des émissions indique que l'INSA suit la tendance imposée par la SNBC pour le secteur des déchets. En 2023, la structure a réussi à diminuer ses émissions de 25 % par rapport à 2015.

Les actions à promouvoir par l'INSA Lyon sur le secteur des déchets sont donc :

- Valoriser les biodéchets sur les espaces verts du campus
- Mettre en place des « guides/procédures » pour la gestion et le stockage des déchets dangereux
- Encourager les initiatives associatives et locales sur cette thématique
- Favoriser l'achat de produits avec moins voire aucun emballage lorsque cela possible et privilégier des emballages recyclables
- Sensibiliser les étudiants et les personnels à la collecte de tri et la gestion des déchets

B. Emissions indirectes associées au transport

Les émissions issues du secteur des transports sont de $3\,493 \pm 2\,414$ t CO₂ eq soit 23% des émissions totales de l'INSA Lyon

Les émissions de GES associées au transport comprennent les déplacements quotidiens pour les étudiants et le personnel depuis leur domicile à leur lieu d'étude ou de travail, les mobilités académiques étudiantes et les déplacements des personnels (en France et à l'international).

Les figures ci-dessous illustrent la part que représente chaque catégorie de déplacement en pourcentage et en t CO₂ eq. On se rend compte que les mobilités académiques sont dominantes et représentent la moitié des émissions liées au transport. Elles sont suivies des déplacements domicile-travail des personnels (26% des émissions) ; et enfin les mobilités professionnelles ainsi que les déplacements domicile-lieu d'étude occupent respectivement 10% et 14% des émissions.

Les incertitudes globales pour les émissions associées au transport s'élèvent à 67%. Cette valeur correspond à un cumulé des incertitudes de chaque sous-catégorie de déplacement.

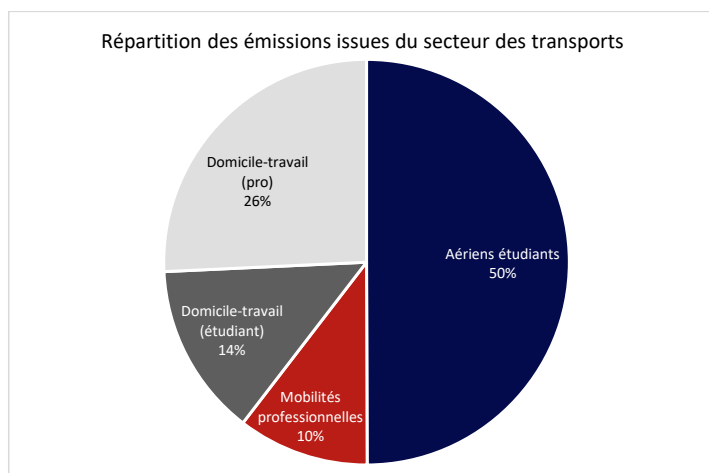


Figure 15 : Répartition des émissions issues des déplacements

Tableau 5 : Emissions des sous-secteurs des déplacements

Type de déplacement	Emissions associées (en t CO ₂ eq)
Aériens étudiants	1797
Mobilités professionnelles	377
Domicile-lieu d'étude (étudiants)	392
Domicile-travail (pro)	926

1. DEPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL

⇒ Méthodologie de traitement des données

En ce qui concerne les mobilités quotidiennes des personnels, les résultats sont obtenus grâce à l'enquête MobiCampus de 2016. Cette enquête permet de comprendre les tendances sur les types de transports utilisés et les temps de trajet moyens des usagers.

Nous avons d'abord classé les différents modes de transport, en fonction des résultats obtenus :

- Métro/tramway
- Bus
- Voiture personnelle
- Voiture en covoiturage
- Deux roues
- Train
- Mode doux : vélo et marche

Pour permettre d'appliquer les résultats de l'enquête aux effectifs de l'INSA, voici les hypothèses choisies :

- Les parts d'usagers associées à chaque type de transport sont issues de moyennes sur l'enquête
- Les conversions entre temps de parcours et distance parcourue sont faites arbitrairement, basées sur les estimations des précédents BEGES de l'INSA.
- On considère que le vélo, au même titre que la marche, n'émet pas de CO₂ eq : on considère que son impact est négligeable comparé aux autres modes de transports

Nous nous sommes référés aux facteurs d'émissions de l'ADEME et obtenons un taux d'incertitude global de 60% pour ce type de déplacement.

⇒ Résultats et évolutions des émissions de gaz à effet de serre

Les émissions liées aux déplacements domicile-travail sont à l'origine de 926 ± 556 t CO₂ eq soit 26% des émissions du secteur des déplacements

Les usagers peuvent être répartis selon les 7 catégories de transports définies précédemment. Le graphique qui suit permet de dire que :

- La part des usagers qui utilisent la voiture est dominante : 38%
- 35% des personnels seulement utilisent les modes doux : vélo et/ou marche
- 6% des personnels prennent le bus, 13% le tram ou le métro et enfin 2% optent pour le train soit un total de 21% des personnels qui viennent sur leur lieu de travail en transports en commun
- 4% de ces usagers se rendent au travail en covoiturage

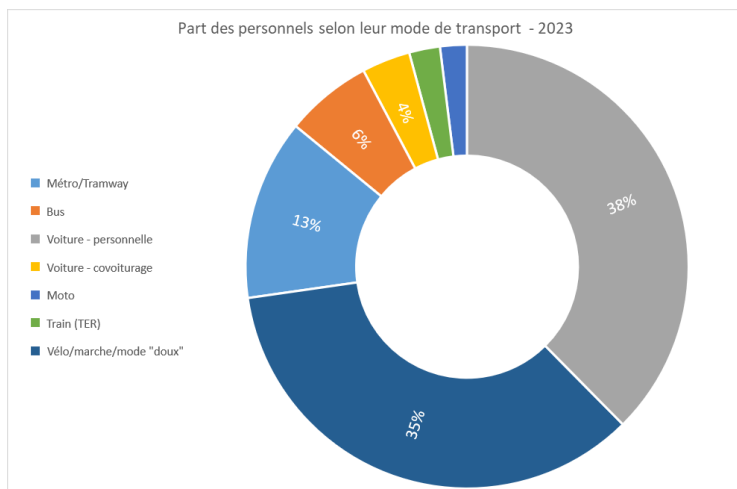


Figure 16 : Répartition des personnels en fonction de leur usage pour les déplacements

Nous mettons ces résultats en lien avec la répartition des émissions par type de transport :

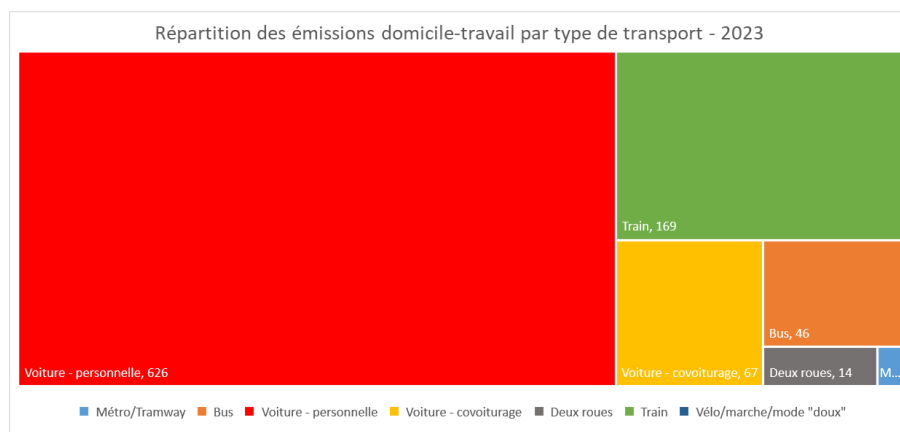


Figure 17 : Décomposition des émissions domicile-travail par mode de transport

Les émissions associées à l'usage de la voiture sont largement dominantes sur le reste : cela représente 68% des émissions issues des déplacements domicile-travail. Nous avons constaté que les usagers privilégiant la voiture sont principalement celles et ceux pour qui le temps de trajet est relativement long, pouvant aller de 15 à 150 min.

2. DEPLACEMENTS DOMICILE-LIEU D'ETUDE

⇒ Méthodologie de traitement des données + incertitudes

Les calculs sur les déplacements quotidiens des étudiants entre leur domicile et leur lieu d'étude sont également basés sur l'enquête MobiCampus de 2016. Ainsi, les hypothèses et sources d'incertitudes sont les mêmes que pour les déplacements domicile-travail.

Nous avons utilisé les mêmes facteurs d'émissions et posé les mêmes hypothèses que pour les déplacements domicile-travail. Le taux d'incertitude s'élève donc à 60%.

⇒ **Résultats et évolutions des émissions de gaz à effet de serre**

Les émissions liées aux déplacements domicile-lieu d'étude sont à l'origine de 497 ± 298 t CO₂ eq soit 14% des émissions du secteur des déplacements

Voici comment se répartissent les étudiants par mode de transport :

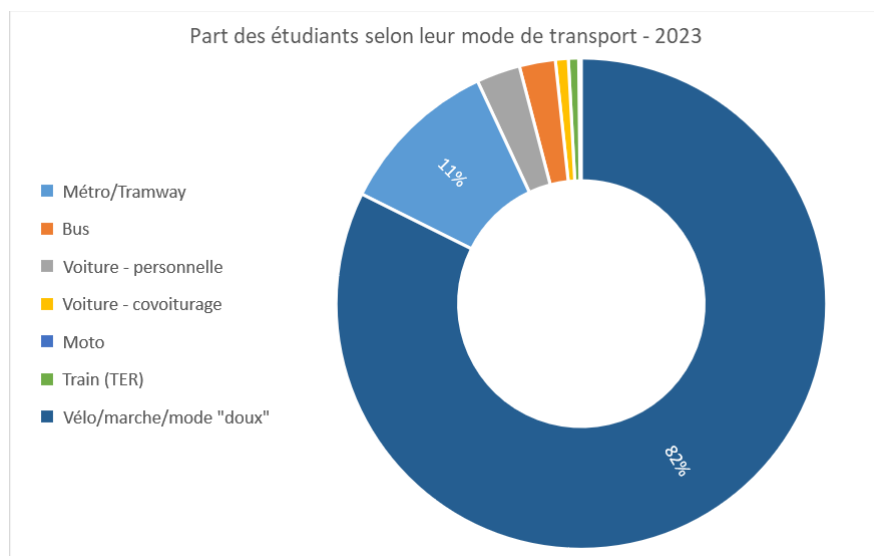


Figure 18 : Répartition des étudiants en fonction de leur usage pour les déplacements

D'après ce graphique, on note que :

- Plus de 80 % des étudiants optent pour les mobilités douces, c'est-à-dire la marche ou le vélo
- 14% d'entre eux se rendent sur leur lieu d'étude en transports en commun : métro, tram, bus ou train
- Seulement 3% sont en voiture et 1% en covoiturage

En termes d'émissions de CO₂ eq, voici les résultats :

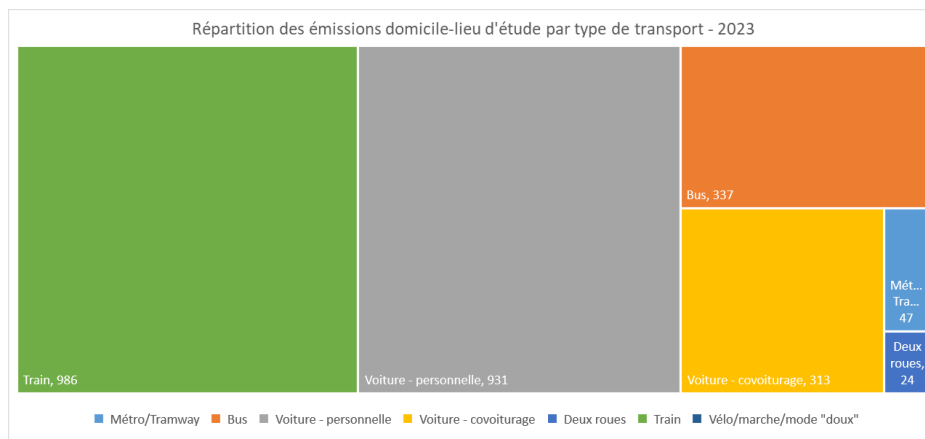


Figure 19 : Décomposition des émissions domicile-lieu d'étude par mode de transport

Les deux types de transports les plus émissifs pour les étudiants sont le train et la voiture, bien que très peu d'utilisateurs optent pour cette dernière. On note également que les transports en communs ; dits « durables » (tramway, métro...) sont très peu émissifs : ils émettent environ 10 fois moins que la voiture, ce qui fait qu'ils occupent une très faible part des émissions.

Ces résultats permettent de dire que plus de 94% des étudiants se déplacent via des modes de transports durable au quotidien. Ils s'expliquent par le fait que l'INSA est en capacité de loger une grande partie de ses étudiants sur le campus (l'établissement dispose de 11 résidences en capacité d'accueillir environ 3200 étudiants), le développement des réseaux de transports par la métropole Lyonnaise mais aussi grâce au réaménagement du campus récent. En effet, de nombreuses places de parking aux alentours de l'établissement ont été remplacées par des espaces verts et des pistes cyclables, encourageant l'usage des mobilités douces.

3. MOBILITES ACADEMIQUES ETUDIANTES

⇒ Méthodologie de traitement des données

Les mobilités étudiantes comprennent 4 grands groupes de déplacements :

- Les mobilités académiques
- Les mobilités de stages
- Les mobilités de Projet d'Initiation à la Recherche et au Développement (PIRD) et Stages d'Initiation à la Recherche et au Développement (SIRD)
- Les mobilités entrantes⁶

Nous avons récupéré auprès des personnels chargés des Relations Internationales (RI) l'ensemble des données associées aux mobilités étudiantes pour chacun des départements de spécialisation de l'INSA Lyon. Pour chacune de ces mobilités, les données suivantes ont été regroupées : durée du séjour, le pays et la ville de destination et enfin (lorsque cela était possible), le nom de la structure d'accueil.

Pour estimer au mieux les émissions de CO₂ eq issues des mobilités étudiantes, les hypothèses suivantes ont été émises :

⁶ Les émissions liées aux mobilités entrantes ont aussi été calculées lors de l'élaboration de ce bilan, et sont intégrées aux résultats globaux. Lors des analyses plus détaillées, on se concentrera seulement sur les mobilités sortantes.

- Tous les trajets pour l'étranger sont effectués en avion
- On considère que le départ de chaque déplacement se fait depuis l'aéroport de Lyon Saint Exupéry
- On prend les distances à vol d'oiseau données par l'ADEME de l'aéroport à la ville de destination
- On considère que les mobilités entrantes de sont à comptabiliser par l'INSA
- On considère qu'une mobilité représente un aller-retour dans le pays de destinations et on ne comptabilise pas les effets rebonds⁷ de celle-ci

Les facteurs d'émissions s'appliquent selon la distance entre l'aéroport de Lyon Saint Exupéry et la ville de destination : on parle de court, moyen ou long courrier.

Tableau 6 : Facteur d'émissions liées aux déplacements aériens (Jeux de données | Base Empreinte®, s. d.)

Type de trajet	Facteur d'émissions associé (kg CO ₂ eq/km)
Court-courrier (<1000 km)	0,258
Moyen-courrier (entre 1000 et 3500 km)	0,187
Long-courrier (> 3500 km)	0,152

Chacun de ces facteurs d'émissions porte une incertitude qui s'élève à 70% ; on appliquera donc cette incertitude aux résultats finaux pour cette catégorie de déplacements.

⇒ Résultats et évolutions des émissions de gaz à effet de serre

Les émissions liées aux mobilités académiques sont à l'origine de 1797 ± 1258 t CO₂ eq soit 50% des émissions du secteur des déplacements (et 11% du bilan global de l'INSA Lyon)

Si l'on décide de différencier les mobilités entrantes et sortantes, voici comment se répartissent les émissions par département :

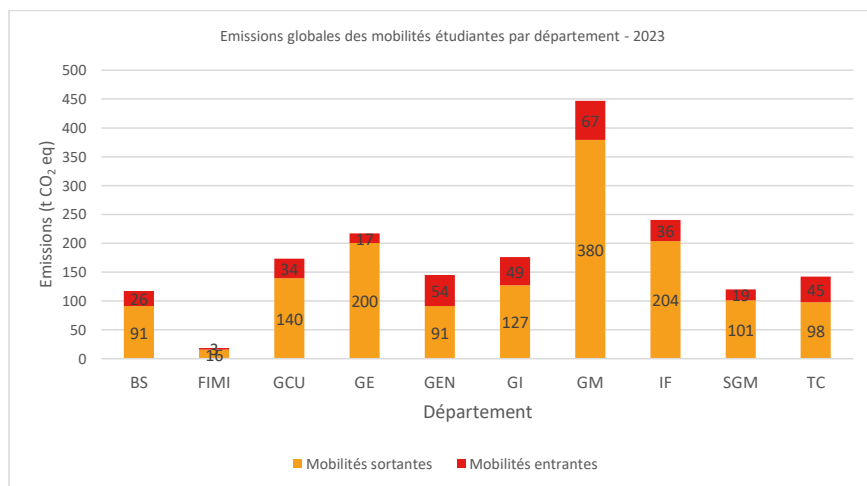


Figure 20 : Emissions globales des mobilités académiques par département

⁷ Les effets rebond font références à tous les déplacements supplémentaires effectués par l'étudiant dans le cadre de sa venue à l'étranger et de la venue de ses proches. Des travaux ont été effectués sur le sujet à l'INSA Lyon mais ils ne permettent pas pour l'instant d'estimer des tendances générales pour chaque département.

Si on décompose les émissions globales issues des mobilités académiques par département, on obtient les résultats suivants :



Figure 21 : Emissions globales des mobilités académiques cumulées

On constate qu'un département est à l'origine de la plus grande part d'émissions est Génie Mécanique (GM) ; c'est aussi le département avec l'effectif le plus grand de l'INSA. Il est suivi d'IF, puis de GE. Pour savoir quel département est réellement à l'origine de la plus grande part des émissions, nous avons calculé les émissions moyenne pour 1 étudiant par mobilité pour chacun des départements : cette approche permet de prendre en compte l'effectif étudiant.

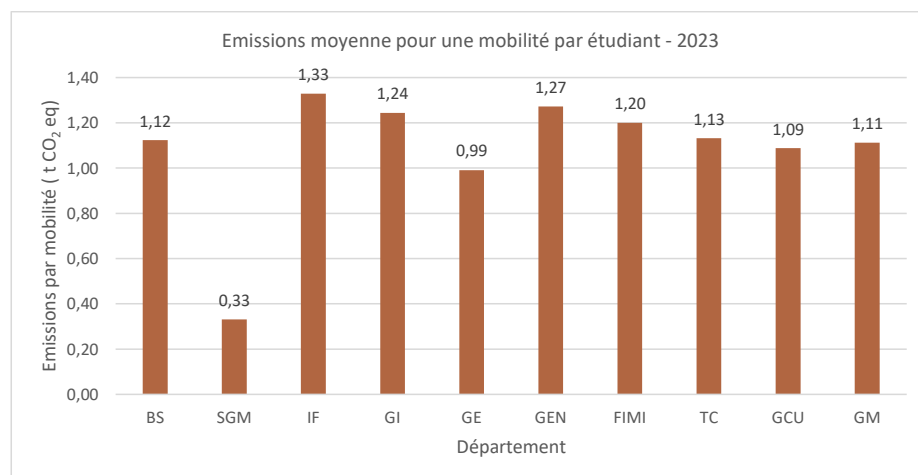


Figure 22 : Emissions moyenne par mobilité académique (A/R) par département

On voit donc que les étudiants en SGM et en GE émettent en moyenne moins de 1 t CO₂ eq par mobilité. En « tête de classement », on remarque que les étudiants en IF sont « les plus pollueurs », suivis des étudiants GEN et GI. La moyenne globale sur tous les départements est de 1,08 t CO₂ eq par mobilité.

Pour comprendre ces valeurs, il est nécessaire de voir quelles sont les zones géographiques privilégiées par les étudiants pour chacun des départements :

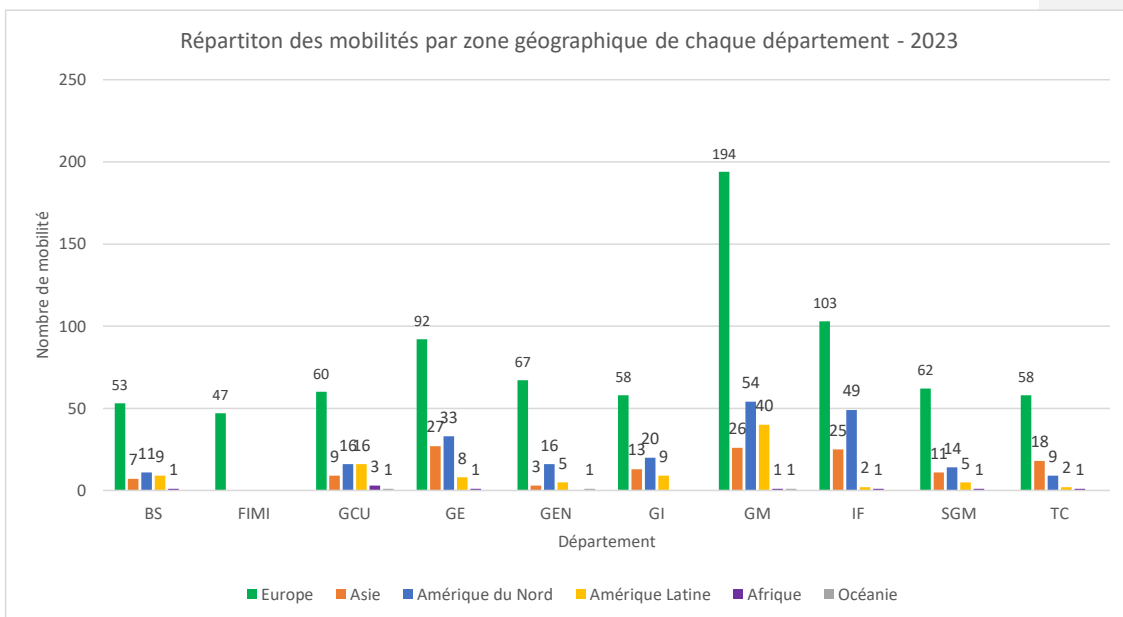


Figure 23 : Répartition du nombre de mobilité par zone géographique pour chaque département

Nous avons en plus de cela, effectué une estimation des émissions par mobilité selon la zone géographique de destination :

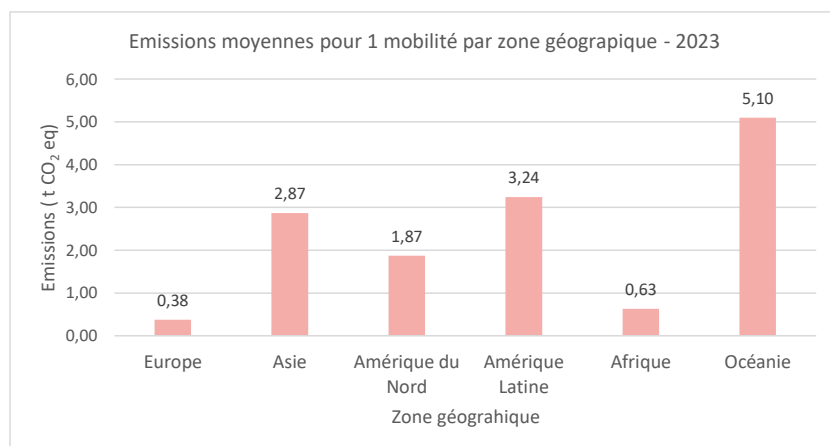
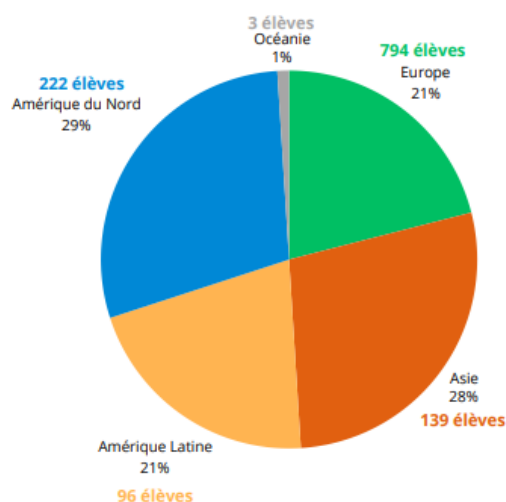


Figure 24 : Emissions moyennes par mobilité académique (A/R) selon la zone géographique

Les destinations les plus éloignées sont (logiquement) à l'origine des plus grandes émissions par mobilité. Ainsi, partir en Europe émet 13 fois moins qu'une mobilité en Océanie, 8,5 fois moins que pour aller en Amérique Latine ou encore 7,5 fois moins qu'un déplacement en Asie.

Le graphique de répartition des émissions par zone géographique permet de dire que l'Amérique du Nord et l'Asie sont les destinations qui portent les plus grandes parts d'émissions de CO₂ eq, suivi de très près par l'Amérique Latine et l'Europe. Les émissions pour l'Océanie et l'Afrique semblent être négligeables.



Si on rapport à présent ces résultats aux effectifs étudiants affiliés à chaque zone géographique : plus de 60% des élèves partant en mobilité se rendent en Europe, environ 20% vont en Amérique du Nord et pour l'Asie et l'Amérique du Sud, c'est respectivement 10% des élèves.

Figure 25 : Répartition des émissions issues des mobilités académiques selon la zone géographique

On en déduit donc que l'effectif des élèves qui partent en mobilités n'est pas proportionnel à la quantité de CO₂ eq émises par zone géographique. Autrement dit ce n'est pas « plus la quantité d'élèves qui part est importante, plus les émissions augmentent ». L'Europe reste derrière l'Amérique du Nord et de l'Asie ; destinations pour lesquelles l'effectif étudiant est deux fois moins important. On peut donc mentionner qu'une part des mobilités peuvent être considérées comme « ultra polluantes »⁸.

4. MOBILITES PROFESSIONNELLES

⇒ Méthodologie de traitement des données

Les mobilités des personnels se font en France et à l'international. Elles sont financées via deux sources : le budget des achats marché de l'établissement ainsi que celui des achats hors-marché, avec INSAVALOR, filiale de l'INSA qui vise à mobiliser la communauté scientifique au service des entreprises. Nous avons donc récupéré des données auprès de deux entités :

- La direction des affaires financières de l'INSA : un tableau des achats de l'établissement classés selon la Nomenclature Achats Recherche Enseignement Supérieur (NACRES) permet d'extraire les achats effectués pour ces déplacements

⁸ On parlera d'étudiants « ultra-pollueurs » par simplification pour faire référence à ces mobilités avec des destinations qui représentent des postes d'émissions importants

- INSAVALOR : Les bilans carbone effectués au cours des 3 dernières années sur les déplacements des personnels.

Nous avons pour la première partie des données appliqué les facteurs d'émissions monétaires de l'ADEME. Ces derniers portent des incertitudes très importantes s'élevant à 80%. En ce qui concerne les bilans carbone d'INSAVALOR, nous n'avons pas d'informations concernant les incertitudes et les méthodes de calculs utilisées. Par défaut, nous appliqueront la même incertitude que pour les achats marché : 80%.

⇒ **Résultats et évolutions des émissions de gaz à effet de serre**

Les émissions liées aux mobilités des personnels sont à l'origine de 377 ± 302 t CO₂ eq soit 10% des émissions du secteur des déplacements

En distinguant les achats marché des achats hors-marché, nous pouvons dire que les émissions issues des mobilités des personnels se répartissent à parts presque égales : 55% des émissions sont issues des achats marché et 45% des achats hors-marché. D'un point de vue des frais, 1 t CO₂ eq est émise correspond à 3 421,68 € pour les dépenses marché et 2 311,52 € pour les dépenses hors-marché.

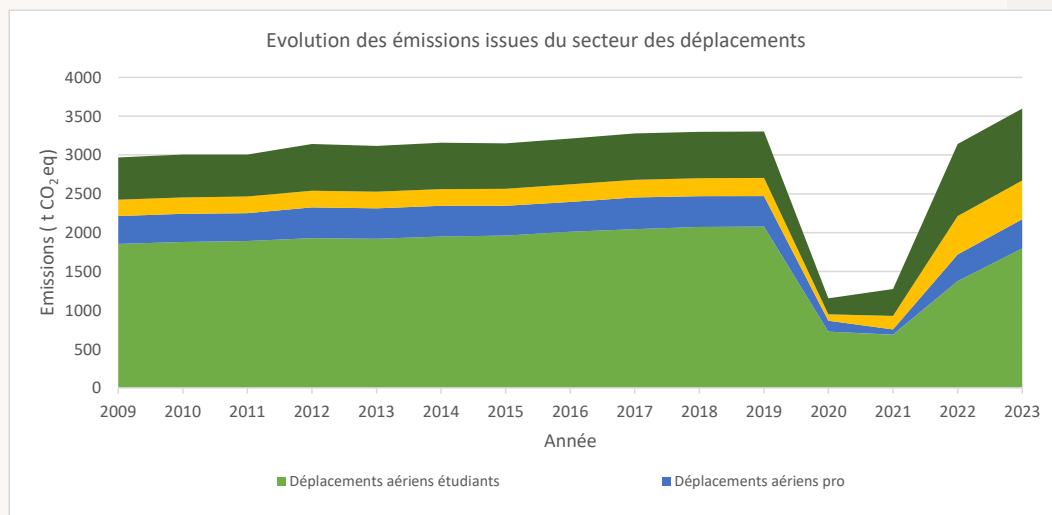
Les 2 modes de transports utilisés pour les mobilités des personnels sont le train et l'avion. Ces derniers représentent respectivement 2% et 98% des émissions globales des déplacements des personnels : on en conclut que les émissions issues des transports ferroviaires sont négligeables.

Commenté [JK4]: <https://base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees>

Plan de transition

En France, le secteur des transports constitue le premier poste contributeur des émissions nationales de GES. En effet, en 2021, il représente 30% des émissions globales du pays et n'ont cessé d'augmenter jusqu'en 2005. Ce n'est que depuis 2006 que les émissions du secteur des transports ont commencé à diminuer très faiblement : 0,9% de décroissance annuelle contre 30,5% pour les autres secteurs (Les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports, s. d.).

Le graphique ci-dessous illustre les tendances générales des émissions liées aux déplacements à l'INSA Lyon :



Depuis 2009, on constate une augmentation progressive jusqu'en 2023. On identifie parfaitement la période de la crise du COVID-19, qui ne peut être considérée comme une période « normale ».

La SNBC propose une réduction de 28% des déplacements jusqu'en 2030 pour arriver vers une décarbonation presque complète de ce secteur en 2050 avec une réduction des émissions de 98%. C'est un poste très émissif et les objectifs de réduction sont important ; ce qui va demander des efforts considérables pour l'INSA Lyon.

Comme l'illustre la projection, cela veut dire que l'établissement vise une réduction des émissions d'environ 175 t CO₂ eq par an jusqu'en 2023 puis 110 t CO₂ eq par an jusqu'en 2050. Autrement dit, c'est une diminution de 5 à 7% par an jusqu'en 2040 ; et pouvant aller jusqu'à 39% par an entre 2040 et 2050.

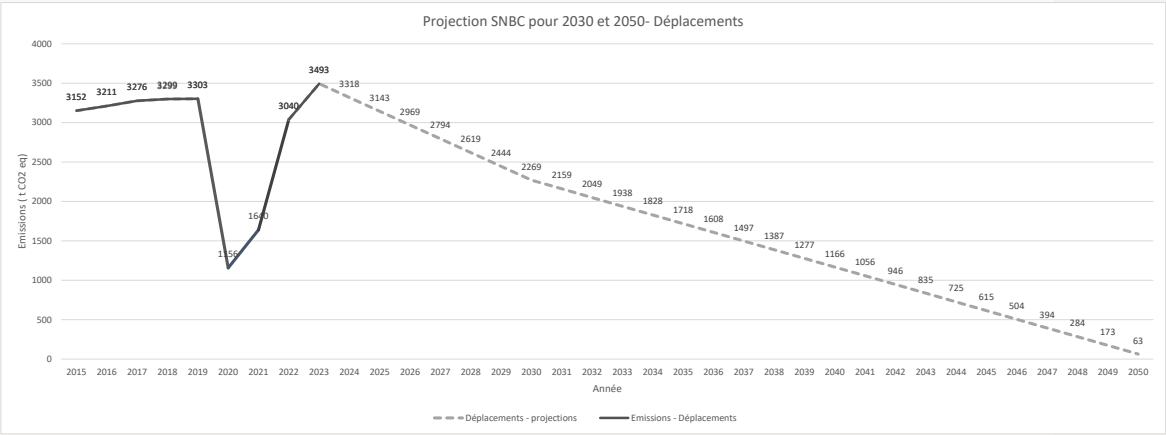


Figure 26 : Projection SNBC de l'INSA Lyon pour le secteur des déplacements

Au regard de la répartition non-homogène des émissions selon les sous-catégories, nous proposerons des leviers d'actions selon chacun des types des déplacements.

1. Pour les déplacements domicile-travail, l'arrivée des nouvelles lignes de tram sur le campus via les travaux entamés par la ville de Lyon devraient permettre à plus de personnels d'utiliser les transports en commun. Notons que l'un des travaux du Shift Project a permis d'estimer la part de réduction de la pratique du covoiturage (Léger, 2018). Il en est ressort que ce dernier permettrait de réduire de 6 à 27% (27% étant une valeur optimale) les émissions par rapport à un usage individuel de la voiture. Il s'agira donc de :
 - **Sensibiliser et informer sur la thématique et les conséquences d'un usage individuel de la voiture**
 - **Encourager au maximum le covoiturage (événement sur le thème des mobilités, créations de « cartes de proximité »)**
2. Pour les déplacements domicile-lieu d'étude des étudiants, la marche de manœuvre est limitée, puisque des progrès importants ont déjà été faits. L'objectif est de conserver cette tendance
3. Les mobilités académiques sont le poste le plus complexe : c'est le plus émissifs mais c'est aussi celui pour lequel l'effectif concerné est le plus important. Les marches de manœuvres sont cependant nombreuses. Pour chaque département, nous avons décidé de cibler les « ultra-pollueurs », c'est-à-dire les 10% des élèves dont la mobilité est à l'origine d'une part importante d'émissions. Le graphique suivant permet de montrer que ces 10% les plus polluants sont à l'origine de près de 30% des émissions issues des mobilités étudiantes pour l'INSA Lyon. Ainsi les 90% d'élèves restant n'émettent « que » les 60% de CO₂ eq restants.

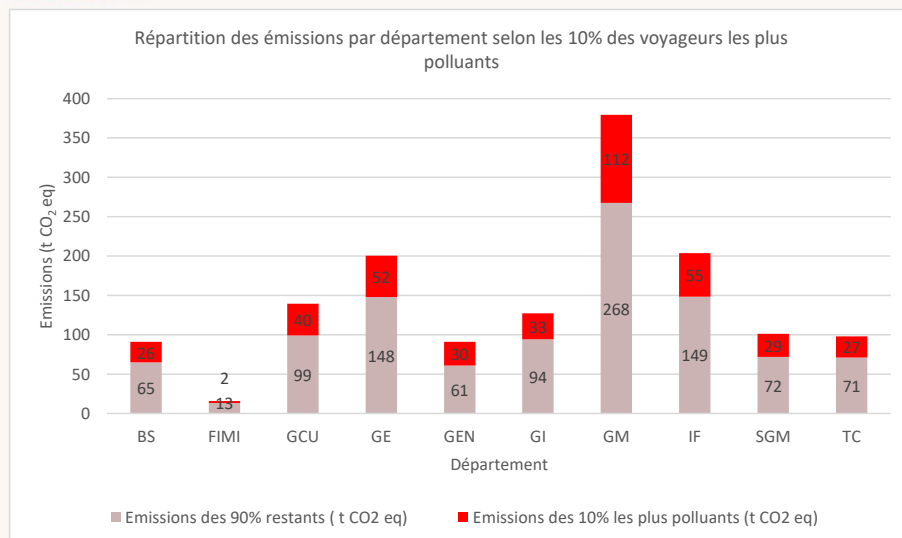


Figure 27 : Décomposition des émissions issues des mobilités académiques selon les "ultra-pollueurs"

Les mesures proposées sont donc :

- Limiter les voyages de longue distance à 1 par étudiant maximum (si non, « justifier le projet, sa pertinence au regard de la scolarité de l'étudiant)
- Proposer plus de sensibilisation et de formations sur les questions environnementales pour les étudiants de toutes les spécialités
- Instaurer un indicateur carbone sur mes mobilités académiques de chaque étudiant, lui permettant de porter une réflexion sur ses choix de mobilités
- Limite les voyages étant à l'origine d'émissions importantes, instaurant un processus de « motivation » du projet, visant à questionner son indispensabilité
- Mettre en place un espace de travail en collaboration composé de représentants de chaque département pour encourager une stratégie commune sur la question des mobilités étudiantes

4. Concernant les mobilités des personnels, deux éléments clés sont à promouvoir :

- Encourageant les déplacements en train en France métropolitaine mais aussi en Europe
- Instaurant « une limite carbone » pour chaque personnel qui limiterait un usage excessif de l'avion, notamment pour des voyages de quelques jours seulement

De manière globale, l'élaboration d'un « guide des bonnes pratiques » en termes de déplacements paraît pertinent au regard de la part importante qu'occupent les mobilités dans le bilan.

C. Emissions indirectes associées aux produits achetés

1. ACHATS LIES A L'ALIMENTATION

⇒ Méthodologie de traitement des données

Sur le campus Lyonnais, l'INSA propose des services de restaurations internes, en servant des petits déjeuners et des repas, tous les jours de l'année. En 2023, plus de 650 000 repas ont été servis par à l'établissement, soit environ 55 000 repas par mois, via les structures de restauration :

- Le RI : un restaurant self-service proposant de la cuisine traditionnelle et végétarienne
- L'In'SNACK Prévert : restauration rapide et petits déjeuners
- L'Olivier : une pizzeria en self-service proposant des formules végétariennes
- Point A et le Prévert : service des petits déjeuner
- Le pied du Saule : restaurant de self-service réservé aux personnels et 3^{ème} cycle proposant cuisine du monde, traditionnelle et végétarienne

La gestion de ces restaurants est assurée par la Direction des Restaurants de l'INSA qui travaille avec la cellule DDRS dans le cadre de la mise en place de la stratégie de transition globale de l'établissement. Il a donc été possible d'obtenir, l'ensemble des données relatives aux achats de produits destinés à la consommation d'aliments sur le périmètre choisi. Nous avons traité une série de 27 tableaux pour l'année 2023. Chacun de ces tableaux représente un lot/une catégorie, avec une liste d'aliments, leur coût (en euros) et la quantité achetée (en kg). Ces informations permettent de proposer une estimation très précise des émissions de CO₂ pour le secteur de l'alimentation.

Nous nous sommes référés aux facteurs d'émissions de l'ADEME qui sont issus d'Agribalyse, la base de données la plus complète sur les produits alimentaires et agricoles en France (*Base de Données Agribalyse*, s. d.). En effet, elle regroupe des indicateurs d'impact environnementaux pour plus de 2500 produits (agricoles et transformés) à l'aide de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV).

Concernant la qualité de ces facteurs d'émissions et les incertitudes, on peut se référer au Data Quality Ratio (DQR) qui permet de noter les données de 1 (très bonne qualité) à 5 (très mauvais) (*Documentation AGRIBALYSE®*, 2024). Plus de 2000 de ces données (soit plus de 80% d'entre elles) ont une note inférieure à 4 et sont donc considérées comme fiables. C'est ensuite via la méthode « Pedigree Matrix », recommandée par la Commission Européenne que le taux d'incertitude est calculé (*Quantitative Inventory Uncertainty - Greenhouse gas protocol*, s. d.). Ce dernier s'élève pour le secteur de l'alimentation à 37,65% (Annexe 1).

Le traitement et l'analyse des données nous ont permis de faire 5 catégories d'aliments :

- Les viandes : bœuf, porc, agneau, poulet, dinde, veau et canard
- Les produits laitiers : yaourt, beurre, lait, crème et fromage
- Les poissons
- Les fruits et légumes
- « Autre », qui sont en fait tous les autres aliments difficilement catégorisables. Ce sont notamment les plats surgelés et/ou préparés et les snacks, les desserts et pâtisseries, les boissons, les produits d'épicerie, les huiles et les condiments.

⇒ **Résultats et évolutions des émissions de gaz à effet de serre**

Les émissions issues du secteur de l'alimentation sont de $1\,514 \pm 570$ t CO₂ eq soit 10% des émissions totales de l'INSA Lyon.

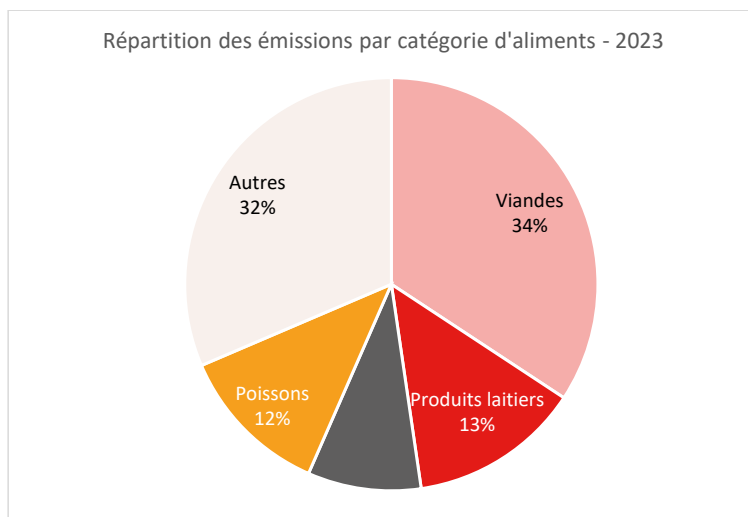


Figure 28 : Répartition des émissions du secteur de l'alimentation

Pour l'INSA Lyon, la consommation de viande est à l'origine de la plus grande part des émissions du secteur, suivi des produits laitiers, du poisson et enfin des fruits et légumes. La partie « autre » est un poste dominant mais il est aussi un cas particulier que l'on décomposera par la suite.

Tableau 7 : Emissions des sous-secteurs de l'alimentation

Catégorie d'aliments	Emissions associées (en t CO ₂ eq)
Viande	519
Autre	476
Produits laitiers	203
Poissons	182
Fruits et légumes	135

Viande :

Les émissions liées à la consommation de viande sont à l'origine de 519 ± 192 t CO₂ eq soit 34% des émissions du secteur de l'alimentation

Il est mentionné dans le travail du GIEC, qu'il existe un « impact disproportionné de la viande rouge sur les émissions totales » dans le secteur de l'agriculture (Barioni et al., 2019). En effet, les viandes de bœuf et de mouton sont beaucoup plus émissives que la viande de porc ou de volaille. Le graphique ci-dessous montre que l'agneau est la viande la plus émissive : elle pollue 1,5 fois que le bœuf qui lui-même émet 2,1 fois plus que le porc et 4,5 fois plus que la dinde.

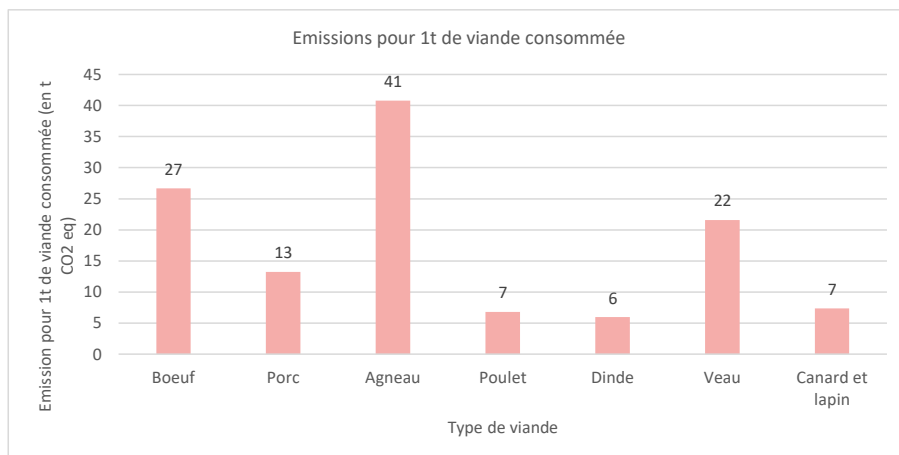


Figure 29 : Emissions générées par 1 tonne de chaque type de viande

D'un point de vue économique, la typologie qui représente le coup le plus important pour l'établissement est la viande rouge et en particulier le veau. On en conclut que les viandes qui émettent le plus de CO₂ sont aussi celles qui coûtent le plus cher. Au regard des quantités achetées, nous pouvons voir que l'agneau et le veau, qui polluent beaucoup et coûtent cher, sont achetés en faible quantité alors que le bœuf et le porc, représentent 44% de la quantité totale de viande.

Autres :

Les émissions liées à la consommation des aliments de la catégorie « autre » sont à l'origine de 476 ± 179 t CO₂ eq soit 32% des émissions du secteur de l'alimentation

La catégorie « autre » se divise en 7 catégories principales :

Les postes les plus importants sont les plats préparés ainsi que les desserts et pâtisseries. Ce chiffre important s'explique par un volume important de plats préparés consommés, issus de l'industrie agro-alimentaire. A l'échelle de la France, ce dernier secteur est l'un des postes les plus émissifs : il représente 18% des émissions liées à l'alimentation (*Comment concilier nutrition et climat ?*, 2024).

Produits laitiers, produits de la mer et fruits et légumes :

Les émissions liées à la consommation des autres catégories sont de :

- 207 ± 78 t CO₂ eq pour les produits laitiers soit 13% des émissions du secteur de l'alimentation
- 182 ± 69 t CO₂ eq pour les produits de la mer soit 12% des émissions du secteur de l'alimentation
- 135 ± 51 t CO₂ eq pour les fruits et légumes soit 9% des émissions du secteur de l'alimentation

Les fruits et légumes sont les aliments les moins émissifs. Nous pouvons dire que pour 1 tonne de fruits et légumes consommés, 0,94 t CO₂ eq est émise, ce qui est relativement faible.

Plan de transition

En France, l'alimentation est à l'origine de 22% de l'empreinte carbone du pays et se divise de façon suivante :

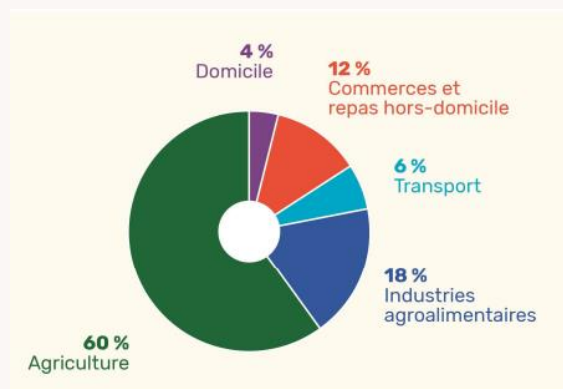


Figure 30 : Répartition des émissions dans le secteur de l'alimentation en France (Comment concilier nutrition et climat ?, 2024).

On observe que 60% des émissions sont issues de l'agriculture et 18% proviennent de l'industrie agroalimentaire. Cette dernière part d'émissions, non négligeable, comprend l'ensemble des processus de productions de produits ultra-transformés.

La SNBC vise une réduction de 18% des émissions du secteur agricole en 2030 et de 46% à l'horizon 2050 par rapport aux données de 2015. L'une des orientations remarquables est : « influencer la demande et la consommation dans les filières agroalimentaires en lien avec le Programme national de l'alimentation et de la nutrition (PNAN) » et se décompose en plusieurs axes :

- Réduire les pertes et les gaspillages dans le maillon de la chaîne alimentaire
- Mettre en place des actions d'information et de sensibilisation qui vise la limitation de produits émissifs tels que la viande
- Soutenir des projets alimentaires territoriaux
- Compenser la baisse de demande en volume par des produits de meilleure qualité

D'un point de vue global à l'INSA Lyon, on constate que de 2009 jusqu'à la crise du COVID-19, les émissions du secteur de l'alimentation sont plutôt stables avec une légère augmentation en 2018. Pour les années suivantes (2021 à 2023), on constate une « retour à la normale » avec une réduction des émissions totales.

Dans le cadre de la stratégie DDRS développée en ligne avec les recommandations mentionnées précédemment, l'INSA Lyon a déjà engagé un travail important sur les services de restaurations qui explique cette réduction. Ces actions sont catégorisées en 7 grands volets et sont pour certaines, déjà lancées et pour d'autres, à venir :

- Tableau de bord environnemental et suivi qualité
- Communication
- Sensibilisation – formation des équipes
- Approvisionnement
- Attractivité des restaurants
- Performance et flux énergétiques des bâtiments
- Evolution des recettes

Ce travail a notamment permis la diversification des menus, une augmentation de la part des plats cuisinés sur place et une réduction drastique du gaspillage mais aussi la formation et la sensibilisation d'une partie des personnels aux avec « la Fresque de l'Alimentation »

Le Réseau Action Climat et la Société Française de Nutrition ont publié des travaux permettant de trouver des solutions qui limiteraient l'impact de nos modes d'alimentations sur le climat, en adéquation avec la SNBC. Il a notamment été mentionné dans leur rapport final la « nécessité d'une transition vers des modes de productions agroécologiques et vers des régimes alimentaires durables » (Vanham et al., 2013) à travers 3 orientations clés (Comment concilier nutrition et climat ?, 2024) :

- Une alimentation moins riche en produits d'origine animale, en particulier la viande.
- Une diminution drastique des produits ultra-transformés
- Une alimentation plus riche en végétaux (fruits et légumes, légumineuses, fruits à coques, céréales...)

Si l'on regarde le graphique de l'évolution des émissions issues du secteur alimentaire, de 2009 à 2018, les émissions liées à l'alimentation sont plutôt stables et régulières avec léger pic en 2018. Après la crise sanitaire, on constate déjà une réduction importante des émissions de l'établissement, reflétant le travail mis en place avec la direction des restaurants. L'INSA Lyon doit pour la suite appuyer ses efforts déjà entamés sur la sensibilisation et l'information combinés à la mise en place d'actions directes, visant à réduire la consommation de viande et de produits ultra-transformés pour les remplacer par des produits alternatifs et/ou « cuisinés sur place ».

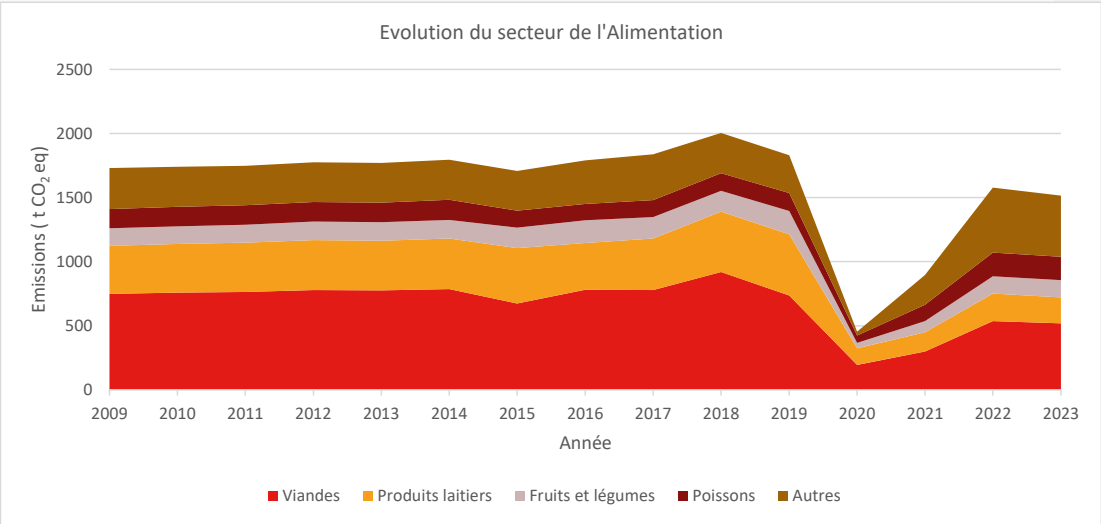


Figure 31 : Evolution des émissions du secteur de l'alimentation par catégorie de produits

Nous pouvons ainsi projeter les émissions de l'INSA Lyon dans le secteur de l'alimentation, et les comparer à « ce qu'il faudrait émettre » au regard de la SNBC pour 2030 :

Projection SNBC pour 2030 et 2050- Alimentation

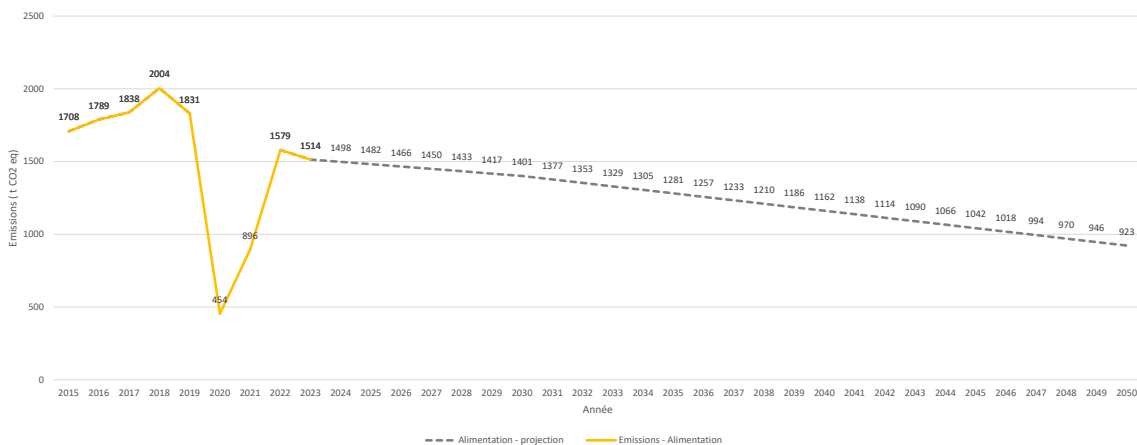


Figure 32 : Projections SNBC de l'INSA Lyon pour le secteur de l'alimentation

Ces projections imposent une réduction de 16 t CO2 eq par an jusqu'en 2030 puis 24 par an entre 2030 et 2050 ; objectifs relativement envisageables puisqu'ils représentent une réduction de 1% à 3% par an. Pour ce faire, les mesures de réductions à mettre en place pour le secteur de l'alimentation sont :

- **Former 100% du personnel à la Fresque de l'Alimentation d'ici l'automne 2024**
- **Renforcer des campagnes de communication et de sensibilisation sur le thème de l'alimentation**
- **Proposer davantage de variantes végétariennes et retravailler les recettes qui favorisent le « cuisiné sur place » (A titre d'exemple, servir environ 13 200 repas végétarien/an (soit seulement 2% des repas servis au total) à la place de repas à base de bœuf permettrait de réduire de 6% les émissions liées à l'alimentation)**

2. ACHATS LIES A L'IMMOBILISATION DE BIENS

⇒ Méthodologie de traitement des données

Le secteur de l'immobilisation revêt une importance cruciale dans l'évaluation du bilan des émissions de GES de l'école. Il englobe plusieurs sources d'émissions ayant un impact significatif sur les émissions globales de l'INSA.

Les sous-secteurs pris en compte pour le calcul des émissions liées à l'immobilisation consacré sur :

- Renovations/Constructions des Bâtiments
- L'acquisition et restitution des véhicules
- Achats des équipements informatiques
- Achats des mobiliers
- Achats des photocopieurs et rétroprojecteurs

Depuis plusieurs années, l'INSA Lyon s'investit dans la rénovation de son patrimoine, s'engageant dans un projet aligné sur la transition énergétique, environnementale et écologique prévue dans le cadre du projet stratégique Ambitions 2030. Ces travaux de rénovation thermique et énergétique ciblent cinq bâtiments du campus, avec pour objectif principal d'atteindre une haute performance énergétique et une rénovation décarbonée (Rénovation : 5 nouveaux bâtiments éco-rénovés sur le campus de l'INSA Lyon, 2023).

Nous avons rassemblé les données nécessaires provenant de différentes sources afin d'évaluer et de calculer précisément les émissions. Les informations cruciales sur les bâtiments nous ont été fournies par la direction des patrimoines, tandis que la direction des systèmes informatiques a contribué avec les données relatives aux équipements informatiques et aux achats de mobilier. Ces données sont essentielles pour quantifier l'empreinte carbone de chaque sous-secteur, permettant ainsi une analyse approfondie de l'impact environnemental global.

Concernant les incertitudes des facteurs d'émissions, comme pour les autres secteurs, nous nous sommes basés sur la base de données de l'ADEME. Pour les facteurs d'émissions des domaines d'activités, nous avons choisi une incertitude faible de 10 % (hypothèse), étant donné que ces données ont déjà été collectées et validées par les personnels de l'INSA.

⇒ **Résultats et évolutions des émissions de gaz à effet de serre**

Les émissions issues du secteur de l'immobilisation sont de $1\,715 \pm 230$ t CO₂ eq soit 11% des émissions totales de l'INSA Lyon

Voici la répartition de la contribution de chaque sous-secteur, présentée dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Emissions des sous-secteurs de l'immobilisation

<i>Sous-secteurs d'immobilisation</i>	<i>Emissions associées (en t CO₂ eq)</i>
<i>Bâtiments</i>	1023
<i>Parc informatique</i>	588
<i>Mobiliers</i>	53
<i>Photocopieurs et rétroprojecteurs</i>	32
<i>Véhicules</i>	19

En termes des pourcentages les sous- secteurs se répartissent comme suit :

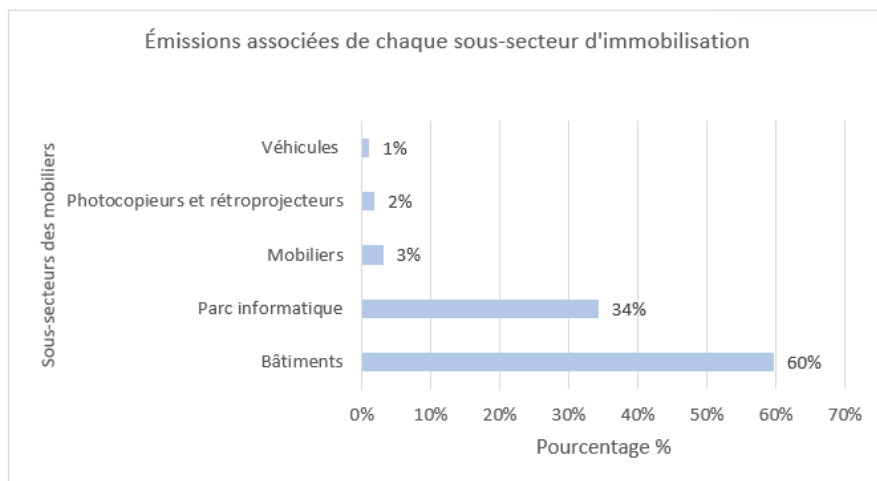


Figure 33 : Répartition des émissions liées à l'immobilisation

On peut constater, d'après le graphe, que les émissions dues aux bâtiments sont les plus importantes, suivies par celles des parcs informatiques. Ensuite, les émissions liées aux mobiliers et aux photocopieurs/rétroprojecteurs sont faibles à très faibles. Enfin, les émissions des véhicules peuvent être considérées comme négligeables.

Bâtiments :

Les émissions liées à la réhabilitation des bâtiments sont à l'origine de $1\,023 \pm 512$ t CO₂ eq soit 60% des émissions du secteur de l'immobilisation

Au sein de ce poste, les émissions de GES relatives aux constructions et aux rénovations des bâtiments sont calculées, et les surfaces des bâtiments (en m²) sont prises en compte.

Il advient ainsi que la totalité des surfaces des bâtiments de l'école réalisées entre 1945 et 2023 représentaient 205 940 m² (surface de plancher). Le facteur d'émissions utilisé fut celui proposé par l'ADEME, et équivalait à 0.44 tCO₂ eq/m² avec une incertitude de 50%, ainsi que la durée d'amortissement étant fixée à 30 ans.

Parc informatiques :

Concernant les émissions issues d'achat des équipements informatiques sont à l'origine de 588 ± 51 tCO₂ eq soit 34% des émissions globales de secteur d'immobilisation.

Ce sous-secteur concerne le nombre de parcs informatiques achetés par l'INSA en 2023, accompagné de la durée d'amortissement de chaque équipement selon la base de données ADEME, ainsi que des facteurs d'émission appropriés et leur incertitude.

Commenté [JK5]: Quelle est l'incertitude globale? + résultats d'incertitude non cohérent

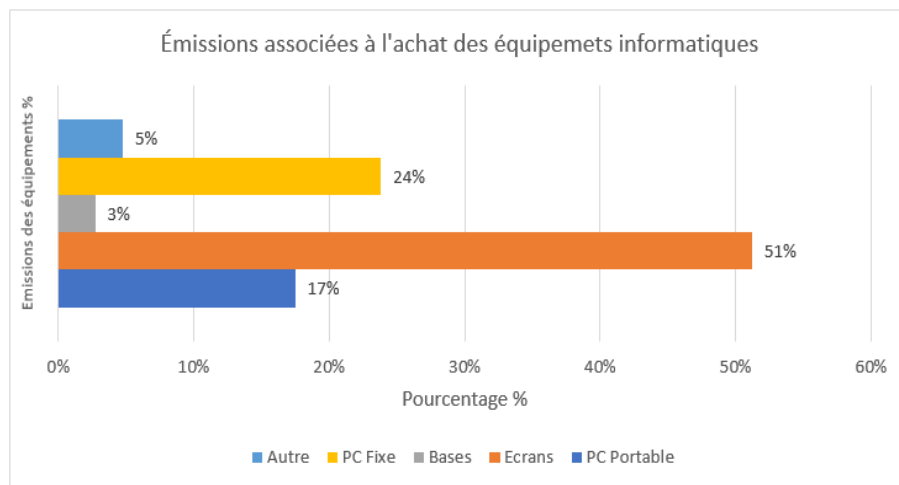


Figure 34 : Répartition des émissions issues du sous-secteur des équipements informatiques

Il semble que l'achat des écrans contribue de manière significative à l'augmentation des émissions liées aux équipements informatiques. En 2023, l'INSA a intensifié ses achats en acquérant 6000 écrans. Chaque écran émettant 0,35 t de CO₂ eq, cela représente une part importante des émissions totales associées à l'achat de matériel informatique.

Ainsi, les 6000 écrans achetés par l'INSA en 2023 ont généré un total de 301 t de CO₂ eq. Ce chiffre souligne l'importance de l'achat des écrans dans l'empreinte carbone globale des équipements informatiques de l'institution. Cela pourrait inciter à envisager des stratégies pour réduire cette empreinte, telles que l'achat d'équipements plus écologiques, l'allongement de la durée de vie des écrans existants, ou encore le recours à des solutions de reconditionnement et de recyclage.

Mobiliers

Les achats de mobiliers représentent 53 ± 14 tCO₂ eq des émissions totales liées à l'immobilisation, soit 3 %.

Commenté [JK6]: Résultats d'incertitudes incohérents

Plus spécifiquement, les achats supplémentaires des mobiliers réalisés en 2023 par l'INSA englobe les achats des lits, chaises et des nouveaux mobiliers.

	2023	Incertain
Emissions - Lits (tCO ₂ eq)	36	30%
Emissions - chaises (tCO ₂ eq)	11	10%
Emissions - achats nouveaux mobiliers (tCO ₂ eq)	7	80%
Emissions totales (t CO₂eq)	53	40%

Figure 35 : Emissions et taux d'incertitudes liées aux mobiliers

Si on suit l'évolution des émissions liées à les mobiliers à l'INSA depuis 2009 à 2023, on trouve les résultats représentés dans le graphe ci-dessous :

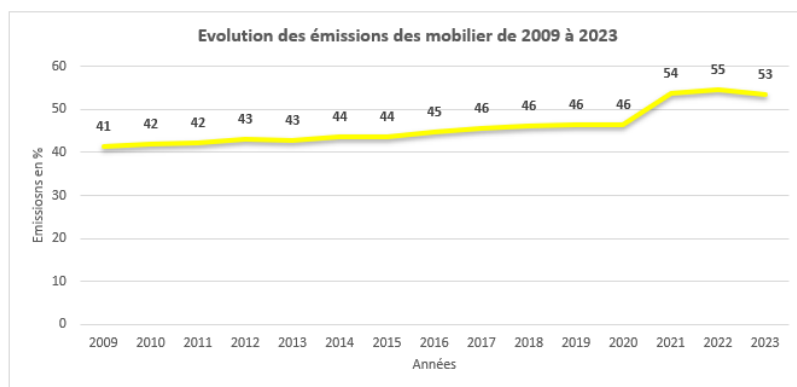


Figure 36 : Evolution des émissions liées aux achats mobiliers de 2009 à 2023

On conclut que les émissions depuis 2009 jusqu'à 2020 sont stables, durant cette période, les émissions de CO₂ liées aux mobiliers ont montré peu de variation, ce qui suggère une stabilité dans les pratiques d'achat et de renouvellement des équipements. Les politiques de gestion des équipements et l'usage prolongé des mobiliers existants ont probablement contribué à maintenir un niveau d'émission constant. À partir de 2021, une tendance à la hausse des émissions est observable.

Photocopieurs et rétroprojecteurs :

Les émissions issues des photocopieurs et rétroprojecteurs sont responsables de 32 ± 63 tCO₂ éq, soit 2% des émissions totales du secteur immobilisation.

Le nombre de photocopieurs achetés est de 114, avec des émissions associées de 25 tCO₂ éq et une durée d'amortissement de 4 ans. En parallèle, 336 rétroprojecteurs ont été achetés, générant des émissions de 6 tCO₂ éq avec une durée d'amortissement de 5 ans.

Bien que le nombre de rétroprojecteurs achetés soit supérieur à celui des photocopieurs, les émissions des photocopieurs sont plus élevées en raison des différents facteurs d'émission. La production d'un photocopieur nécessite 0,88 tCO₂ éq, tandis que celle d'un rétroprojecteur nécessite 0,094 tCO₂ éq. Cette différence explique pourquoi les photocopieurs génèrent plus d'émissions malgré leur nombre inférieur.

Véhicules :

Pour ce sous-secteur, les émissions représentent 19 ± 51 tCO₂ éq, soit 1 % des émissions globales du secteur immobilisation.

Pour le calcul des émissions liées aux achats de véhicules, nous avons pris en compte le poids des types de véhicules achetés (les plus lourds étant les plus énergivores), ainsi que la durée d'amortissement de 15 ans. Nous avons également pris en compte le facteur d'émissions pour chaque type d'achat.

Plan de transition

Tant que le sous-secteur bâtiments est le plus contributeurs en termes d'émissions, La politique française en matière de rénovation énergétique est définie à court terme par le Plan de rénovation énergétique des bâtiments dont l'objectif de lutte contre la précarité énergétique a été traduit par des actions au sein de la loi relative à l'énergie et au climat de 2019. Celui-ci fait de la rénovation énergétique une priorité nationale et fixe les axes d'action prioritaires sur le court terme afin de : massifier et améliorer la rénovation ; renforcer les aides pour accompagner tous les ménages dans les travaux de rénovation ; rendre les bâtiments publics exemplaires en matière d'efficacité énergétique (-15 % en 5 ans) et entraîner les territoires par la mobilisation des acteurs locaux.

La SNBC dévoilé des objectifs à atteindre pour les bâtiments :

- Réduction des émissions de 49% en 2030 par rapport à 2015 ;
- Une décarbonation complète du secteur à l'horizon 2050 pour permettre à la France de devenir neutre en carbone.

Les stratégies générales ciblées pour le secteur immobilisation se consacrent sur :

- Réduction de 32% des émissions d'ici 2030 par rapport à 2015 ;
- Réduction d 83% des émissions d'ici 2050 par rapport à 2050.

En se basant sur les stratégies visées par SNBC, nous avons pu de projeter l'évolution des émissions du secteur immobilisation d'ici 2030 et 2050 par rapport à 2015, afin de suivre la tendance de ces derniers.

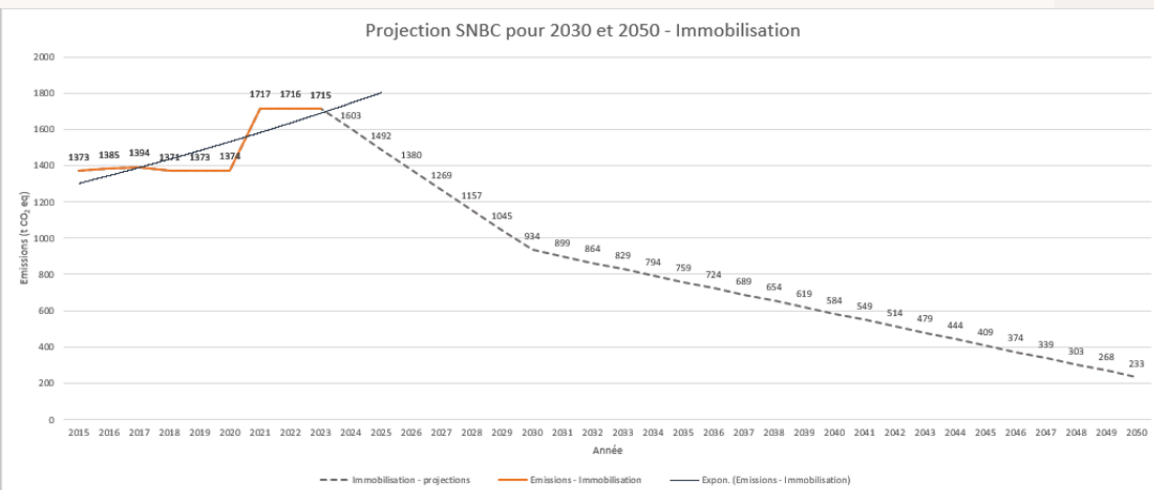


Figure 37 : Projection SNBC de l'INSA Lyon pour le secteur de l'immobilisation

Le graphique montre que les émissions de CO₂ équivalentes pour les immobilisations ont augmenté progressivement jusqu'en 2023, atteignant un pic entre 2021 et 2023. Contrairement aux attentes, la ligne de tendance montre une augmentation continue des émissions jusqu'en 2050, cette tendance souligne l'importance de revoir et d'intensifier les efforts pour réduire les émissions, notamment en adoptant des technologies plus écologiques, en améliorant l'efficacité des équipements et en mettant en œuvre des pratiques d'achat plus durables.

Cependant, Pour encourager la réduction des émissions liées au secteur d'immobilisation nous avons proposé des leviers d'action suivants :

- Maximiser l'efficacité des équipements informatiques existants en prolongeant leur durée de vie utile et en améliorant leur maintenance pour réduire la fréquence des remplacements ;
- Limiter l'achat de nouveaux équipements en encourageant le reconditionnement, la réparation et la réutilisation des équipements existants ;
- Entreprendre des projets de rénovation pour les bâtiments non rénovés, pour viser à améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments. Cela inclut l'isolation thermique, le remplacement des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation par des alternatives plus efficaces, et l'installation des systèmes d'éclairage LED. De telles rénovations peuvent réduire significativement les émissions associées aux bâtiments ;
- Encourager l'économie circulaire en favorisant le recyclage, la réutilisation et la revalorisation des matériaux et équipements, réduisant ainsi la demande de nouvelles ressources et les émissions associées à leur production
- Déployer des efforts pour réduire 558 tCO₂ des émissions d'ici 2028, soit une réduction de 32%.

3. INTRANTS (ACHATS HORS ALIMENTATION ET IMMOBILISATIONS)

⇒ Méthodologie de traitement des données

Le secteur des achats est un nouveau domaine pris en compte dans le calcul du bilan des émissions de gaz à effet de serre de l'INSA Lyon cette année. Nous avons inclus tous les achats effectués par l'INSA en 2023, ainsi que ceux réalisés par INSAVALOR. Cette initiative vise à offrir une vision plus complète et précise de l'empreinte carbone de notre institution en englobant toutes les sources d'émissions indirectes liées aux biens et services achetés.

INSAVALOR est une filiale de valorisation de l'INSA Lyon. Elle a pour mission de promouvoir et de commercialiser les compétences et les technologies développées au sein de l'INSA Lyon, il fonctionne indépendamment de l'INSA et d'une manière similaire à une entreprise en gérant ses propres budgets, en offrant des services spécifiques aux entreprises, en établissant des partenariats stratégiques pour favoriser l'innovation, et en ayant des objectifs de performance à atteindre, tout en ayant pour mission principale de valoriser la recherche académique et de faciliter le transfert de technologie entre les laboratoires de l'INSA Lyon et le monde industriel.

Les achats effectués par l'INSA sont considérés comme des achats marché (achat dans le cadre des marchés publics), ce sont des achats qui sont réalisés selon les procédures formelles définies par le code des marchés publics. Par contre les achats effectués par INSAVALOR sont considérés comme des achats hors marché (achats hors cadre des marchés publics) se réfèrent à des achats qui ne nécessitent pas le passage par une procédure formelle de marché public.

Concernant la collecte des données d'achats marchés, nous avons reçu des informations de la Direction des Affaires Financières sur les achats effectués dans les différentes activités de l'INSA. Chaque achat est identifié par un code NACRES (Nomenclature des Achats de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur) et est caractérisé par le montant dépensé.

En ce qui concerne les données relatives aux achats hors marché de l'INSAVALOR, nous les avons reçues de la directrice de cette filiale. Elles fournissent des informations sur les dépenses effectuées dans différentes activités. Cependant, contrairement aux achats marchés de l'INSA, le fichier reçu ne contient pas de codes NACRES. Nous avons donc tenté de les classer selon le type d'achat de la même manière que pour les achats marchés de l'INSA.

L'importance de classer les achats par des codes NACRES dans le calcul du BEGES réside dans l'obtention des facteurs d'émissions appropriés. Chaque code de la nomenclature est associé à un facteur d'émission monétaire moyen calculé à partir de la base de données de l'ADEME. Cependant, pour les achats liés à la consommation énergétique, nous avons choisi d'utiliser les facteurs de la base de données CEDA (l'archive américaine des données environnementales), étant donné leur absence dans la base de données de l'ADEME.

Le produit du montant dépensé d'une part et du facteur d'émission monétaire moyen du code NACRES correspondant, nous a permis d'estimer l'empreinte carbone de ces achats des biens et services.

L'incertitude de chaque facteur d'émission monétaire est estimée à 80 % selon la base de données de l'ADEME. En parallèle, l'incertitude des données d'activité est estimée à 10 %, car les données reçues proviennent de l'INSA et d'INSAVALOR, ce qui nous amène à prévoir que l'incertitude doit être faible à très faible.

⇒ Résultats et évolutions des émissions de gaz à effet de serre

Le secteur d'achat c'est le secteur le plus émissif par rapport aux autres secteurs étudiés en 2023, par une contribution de 6742 ± 162 tCO₂ éq soit 43% des émissions globales.

Commenté [JK7]: Résultats d'incertitudes beaucoup trop faible : A REVOIR

La méthode d'estimation des émissions associées aux achats permet en théorie de prendre en compte tous les achats effectués par l'école. Or, certains de ces achats sont déjà quantifiés. Pour éviter les double-comptes,

certaines codes NACRES ne sont donc pas comptabilisés dans le bilan final des achats de biens et de services. Ces codes correspondent aux achats liés au transport, Immobilisation, énergie, déchet et l'alimentation.

Achat marché

Les émissions associées aux achats marché effectué par l'INSA sont à l'origine de 6685 ± 81 tCO₂ éq en 2023.

Les émissions associées aux achats marché effectué par l'INSA sont à l'origine de 6685 ± 81 tCO₂ éq en 2023. Si l'on inclut même les émissions des achats provenant d'autres secteurs déjà calculés, nous obtenons une valeur de 12637 tCO₂ éq. Toutefois, pour éviter de compter deux fois les émissions de ces secteurs, les émissions réellement évitées s'élèvent à 5952 tCO₂ éq (12637-6685) réparties comme la suite :

- Produits agro-alimentaires transformés (Alimentation) : 870 tCO₂ éq
- Produits agroalimentaires et de la mer (Alimentation) : 1914 tCO₂ éq
- Meubles et autres biens manufactures (Immobilisation) : 406 tCO₂ éq
- Construction (immobilisation) : 1531 tCO₂ éq
- Produits chimiques (Déchet dangereux) : 495 tCO₂ éq
- Produits pharmaceutiques (Déchet dangereux) : 56 tCO₂ éq
- Papiers-cartons (Déchet non dangereux) : 79 tCO₂ éq
- Compte ailleurs / Consommation énergétique (Énergie) : 436 tCO₂ éq
- Transport terrestre (Transport) : 115 tCO₂ éq

Pour les achats concernés, nous les avons catégorisés en quatre groupes principaux afin de mieux évaluer leurs impacts respectifs en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Ces catégories sont les suivantes : achats de services, alimentation et hébergement divers, machines et équipements, et autres. Le tableau suivant illustre bien cette répartition en termes d'émissions :

Tableau 9 : Emissions des sous-secteurs des intrants

Catégories d'achats	Emissions associées (en t CO ₂ eq)
Achats de service	2649
Alimentation et hébergements divers	1327
Machines et équipements	2378
Autres	332

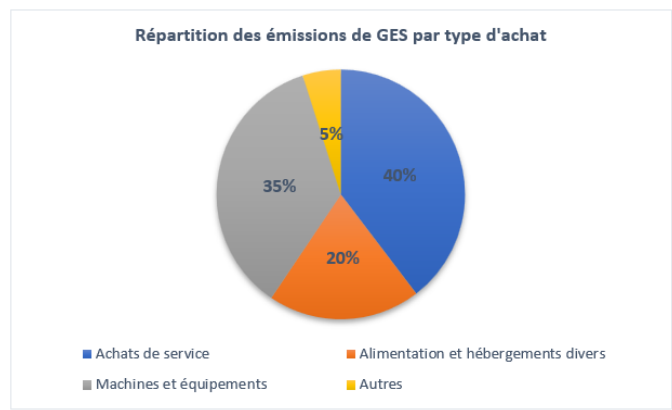


Figure 38 : Répartition des émissions par type d'achat

En examinant les données présentées ci-dessous, il apparaît clairement que chacune des quatre catégories d'achat contribue de manière significative aux émissions de GES de l'INSA, et notamment celle liée aux achats de services et achats des machines et équipements.

Pour obtenir une vision claire et précise des émissions de GES associées aux achats effectués par l'INSA en 2023, nous avons entrepris une analyse détaillée des contributions de chaque direction/activité. Cette démarche nous a permis d'identifier les principales sources d'émissions et de cibler les efforts de réduction de manière plus efficace.

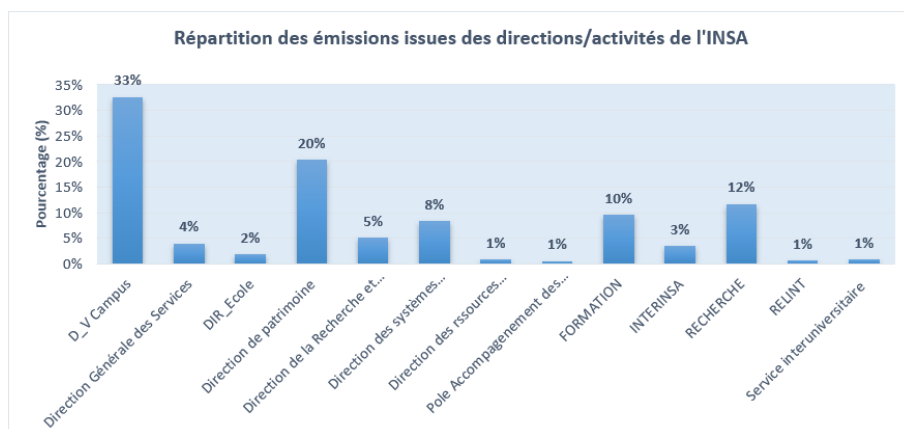


Figure 39 : Répartition des émissions par type d'activité de l'INSA Lyon

Comme le graphe montre que l'activité de la vie campus de l'INSA est la plus émettrice avec 33 % des émissions totales, nous avons donc décidé de focaliser sur cette activité pour identifier les types d'achats contribuant à cette augmentation.

Après avoir examiné les achats réalisés par l'activité de la vie campus, nous avons distingué les différents types d'achats effectués par cette activité, ce qui nous a permis de mieux comprendre leur contribution à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre.

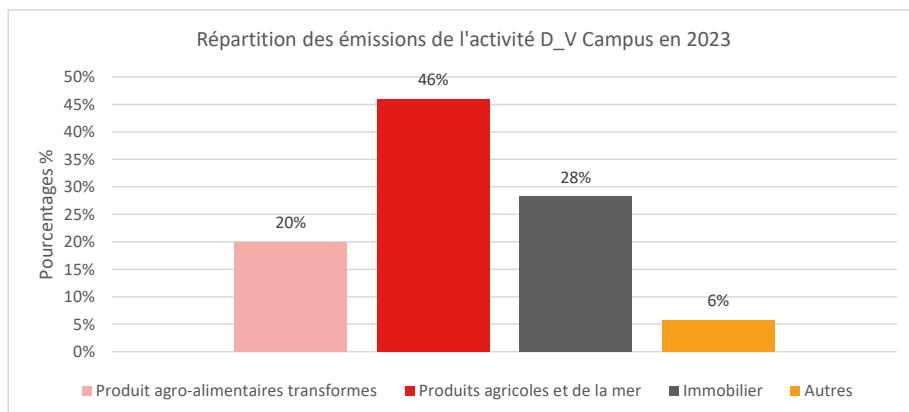


Figure 40 : Répartition des activités du campus

Commenté [JK8]: Titre à revoir peut-être ?

À partir de ce graphe, on peut déterminer que les produits agricoles et de la mer sont les plus émetteurs, suivis par les produits agroalimentaires transformés, puis par l'immobilier (Beaux et loyers), et enfin, les autres achats qui sont les moins émissifs.

En observant le graphe, il apparaît que l'immobilier contribue d'une manière significative dans l'augmentation des émissions de l'activité, sauf que ce n'est pas le cas. Ceci est parce que les émissions liées à l'immobilier étaient élevées dès le début, contrairement aux émissions liées aux produits agro-alimentaires transformés et produits agricoles de la mer qui vient d'augmenter (comme illustré ci-dessous) :

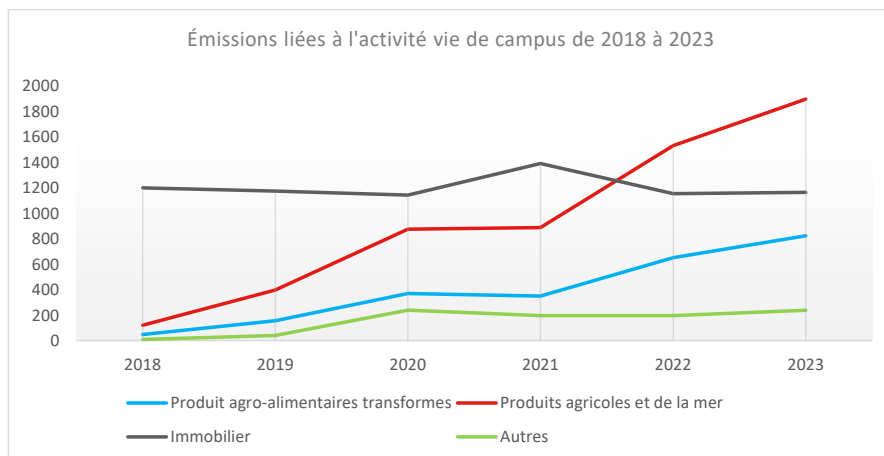


Figure 41 : Evolution des émissions liées à la vie de campus

Depuis 2018 jusqu'à 2023, les émissions monétaires liées à l'immobilier sont restées plus ou moins stables. En revanche, les émissions associées aux produits agroalimentaires transformés et aux produits agricoles de la mer ont connu une augmentation remarquable en 2023. Cela nous amène à conclure que ces produits sont responsables de l'augmentation des émissions de l'activité de la vie campus.

Achat hors marché

Les émissions liées aux achats hors marché effectués par l'INSAVALOR représentent **57 ± 81 tCO₂ eq** en 2023.

Le total des émissions, en incluant les autres secteurs déjà calculés, s'élève à 395 tCO₂ eq, donc les émissions évitées sont de 338 tCO₂ eq, réparties comme suit :

- Transport terrestre (Transport) : 61 tCO₂ eq
- Transport aérien (Transport) : 278 tCO₂ eq

Les émissions concernées des achats hors marché sont réparties dans les catégories suivantes :

Tableau 10 : Emissions des sous-secteurs d'achats

Catégories d'achats	Emissions associées (en t CO ₂ eq)
Achats de service	6
Alimentation et hébergements divers	51

Le tableau ci-dessus montre que les émissions associées aux achats hors marché de l'INSAVALOR sont principalement liées aux achats de services, qui représentent une valeur relativement faible. De même, les achats liés à l'alimentation et à l'hébergement divers représentent également une valeur faible.

De manière générale, les émissions provenant des achats hors marché sont considérées comme faibles en comparaison avec les émissions des achats sur le marché de l'INSA. Cela suggère que, bien que les achats hors marché contribuent aux émissions totales, leur impact est moindre par rapport aux achats effectués directement sur le marché.

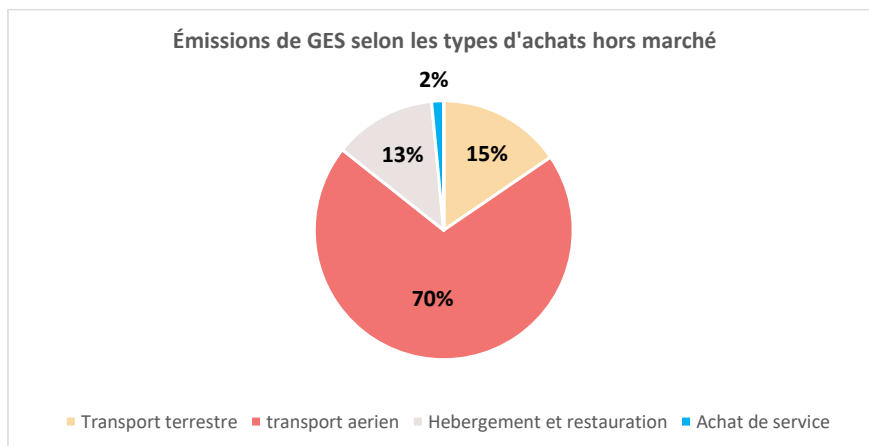


Figure 42 : Répartition des émissions issues des achats hors-marché

D'une vue globale, en prenant en compte tous les achats de l'INSAVALOR, y compris ceux liés au transport que nous avons déjà exclu, nous obtenons le graphique suivant.

Commenté [JK9]: PROBLEMES D'INCERTITUDE ET DE COHERENCE

Ce graphique permet d'identifier les types d'achats les plus émetteurs dans cette filiale. En intégrant l'ensemble des catégories d'achats, il devient évident que les achats liés aux transports sont les plus émetteurs en termes d'émissions, en particulier les achats liés aux transports aériens, tels que l'achat de billets d'avion.

Les émissions associées aux transports aériens dépassent largement celles des autres catégories d'achats, soulignant l'impact significatif de ce secteur sur l'empreinte carbone globale de l'INSAVALOR.

Plan de transition

La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) ne fixe pas d'objectifs détaillés et chiffrés pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre liées aux achats, en raison du caractère transversal de ce secteur, car les achats sont intrinsèquement liés à tous les autres secteurs comme l'industrie, le transport, l'énergie, l'agriculture et la gestion des déchets, influençant les émissions tout au long du cycle de vie des produits.

Les achats jouent un rôle crucial dans la réduction des émissions générées en amont de la chaîne de valeur, représentant typiquement entre 80 et 90 % des émissions totales des activités des entreprises. Cette réalité est particulièrement significative à l'INSA, où le secteur des achats constitue la moitié des émissions totales de l'école.

La réduction des émissions liées au secteur des achats revêt une importance cruciale pour l'INSA Lyon, étant donné que ce secteur représente à lui seul la moitié des émissions globales. En agissant sur les pratiques d'approvisionnement et en favorisant des choix plus durables et respectueux de l'environnement, nous pouvons significativement diminuer notre empreinte carbone.

- Projections de 2030 : On sait que la SNBC vise à réduire de 32 % les émissions totales de la France en 2030 par rapport à 2015. Si l'on projette cet objectif sur l'INSA, l'école devrait réduire ses émissions de 381 tCO₂ chaque année à partir de 2023. Étant donné que les achats représentent 43 % des émissions globales de l'INSA, ce secteur devrait réduire de 164 tCO₂ éq chaque année depuis 2023 pour atteindre cet objectif. Par conséquent, on peut conclure que l'INSA, de manière générale, devrait réduire ses émissions de 21 % entre 2015 et 2030 pour atteindre l'objectif fixé.
- Projections de 2050 : Selon la SNBC la France vise à réduire de 83% des émissions totales en 2050 par rapport à 2015. Si l'on projette cet objectif sur l'INSA, l'école devrait réduire ses émissions de 208 tCO₂ chaque année à partir de 2030, si l'objectif de 2030 sera atteint. Étant donné que les achats représentent 43% des émissions globales de l'INSA, ce secteur devrait réduire de 208 tCO₂ éq chaque année depuis 2030 pour atteindre cet objectif. Par conséquent, on peut conclure que l'INSA, de manière générale, devrait réduire ses émissions de 80% entre 2015 et 2050 pour atteindre l'objectif fixé.

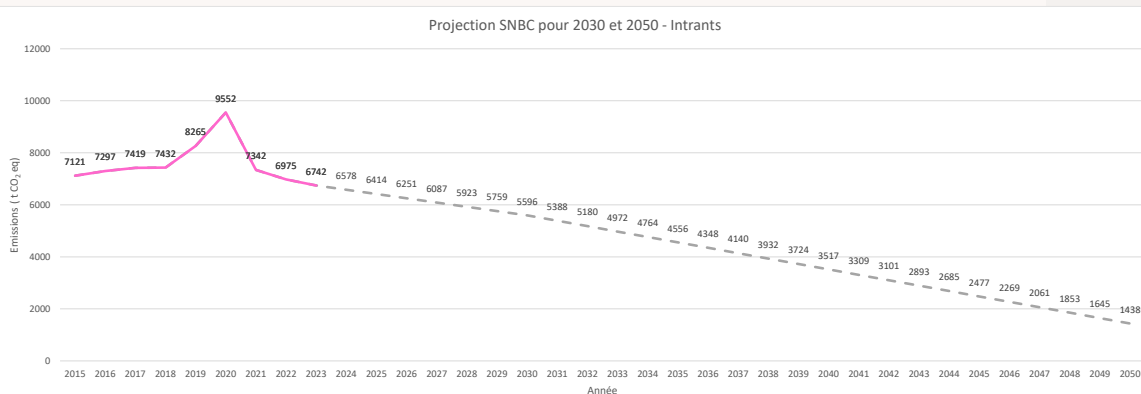


Figure 43 : Projection SNBC de l'INSA Lyon pour le secteur des achats

Les émissions liées aux intrants ont fortement augmenté en 2020 et 2021. Cette hausse est principalement due aux achats progressifs de matériaux de construction en 2021. En 2022, les émissions ont encore augmenté en raison des achats de produits informatiques, électroniques et optiques, ainsi que de la poursuite des activités de construction.

Ensuite, on observe une diminution notable des émissions au cours des deux dernières années. Selon les projections estimées par la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), la trajectoire de décarbonation du secteur des achats pour l'INSA doit viser une réduction annuelle de 21 % des émissions pour atteindre l'objectif de 2030, et une réduction de 80 % pour l'objectif de 2050, par rapport aux niveaux de 2015. Ces objectifs ambitieux nécessitent des efforts continus et une stratégie rigoureuse pour assurer une transition efficace vers des pratiques d'achat plus durables et respectueuses de l'environnement.

Étant donné que le secteur des achats représente presque la moitié des émissions de l'école, il est crucial de prendre des initiatives pour réduire ces émissions tout en visant à atteindre les objectifs fixés. Après une analyse approfondie des sources d'émissions liées à ce secteur, nous avons proposé les leviers d'action suivants :

- Ajuster les quantités d'achats en fonction des besoins pour éviter le gaspillage, et surtout les achats effectués par l'activité vie de campus.
- Choisir des fournisseurs locaux pour réduire les émissions de transport. Cela soutient également l'économie locale.
- Mettre en place des indicateurs pour suivre et évaluer les performances environnementales des achats, y compris les émissions de CO₂.
- Favoriser la réparation et la réutilisation des équipements plutôt que leur élimination.
- Intégrer des critères environnementaux dans les appels d'offres et les processus d'achat pour favoriser les produits et services à faible impact environnemental.
- Choisir des produits conçus pour être durables, réparables et recyclables afin de prolonger leur cycle de vie.
- Travailler en partenariat avec les fournisseurs pour promouvoir des pratiques d'achat durable et développer des solutions innovantes.

Plan de transition 2030 et horizon 2050

**SNBC, Projections de l'INSA Lyon et Plan
d'Actions**

A. La stratégie nationale bas carbone

La SNBC prévoit des orientations à court, moyen et long terme. Elle est adoptée en 2015 et révisée en 2019 pour être republiée en 2020. Les objectifs qui lui sont associés sont présentés de façon globales puis découpés par secteurs : transports, bâtiments, production d'énergie, agriculture, industrie et déchets. Toujours dans l'idée d'atteindre la neutralité carbone en France à l'horizon 2050, la SNBC se fixe donc les objectifs suivants à partir des émissions de 2015 (*Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, s. d.*):

- Une réduction de 9,9 Mt CO₂ eq/an jusqu'en 2030 soit une réduction de 32% entre 2015 et 2030
- Une réduction de 11,5 Mt CO₂ eq/an jusqu'en 2050 soit une réduction de 83% entre 2015 et 2050 et de 26% entre 2030 et 2050

Évolution des émissions et des puits de GES sur le territoire français

entre 1990 et 2050 (en MtCO₂eq). Inventaire CITEPA 2018 et scénario SNBC révisée (neutralité carbone)

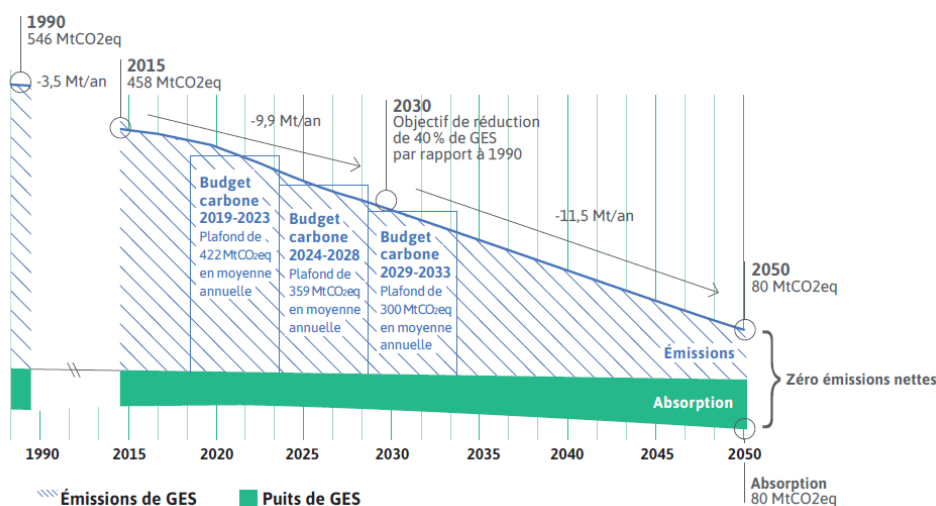


Figure 44 : Graphique des évolutions des émissions et des puits de GES et des projections en France (*Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, s. d.*)

B. Objectifs de réduction de l'INSA Lyon

Les émissions issues de l'activité de l'INSA ont déjà diminué 19% par rapport à 2009 et de 18% par rapport à 2015. Ainsi, l'INSA Lyon démontre une réelle volonté de s'inscrire dans les objectifs portés par la SNBC.

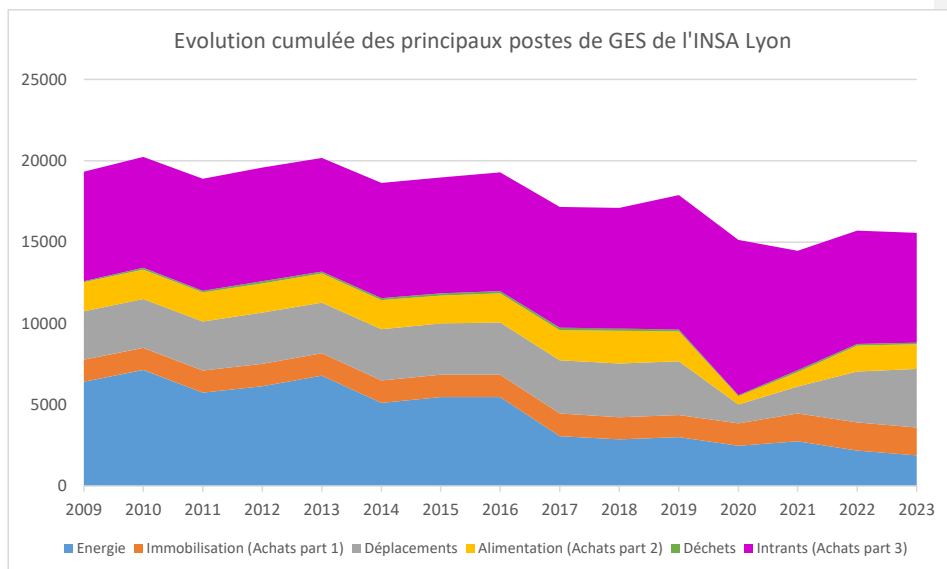


Figure 45 : Evolution des émissions de l'INSA Lyon par secteur depuis 2009

Cette diminution progressive peut également être illustrée par les émissions annuelles par individu de l'établissement : on note une réduction de 28% par rapport à 2010 pour chaque individu de l'établissement.

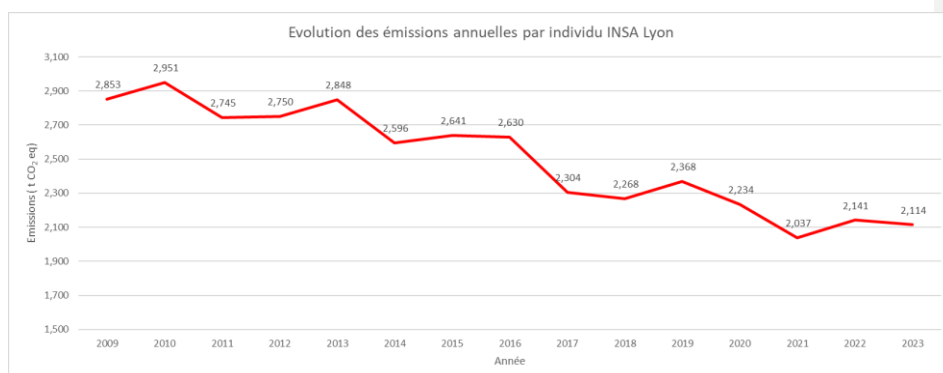


Figure 46 : Evolution des émissions annuelles par individu de l'INSA Lyon depuis 2009

Pour affirmer ses engagements et espérer atteindre les objectifs de 2030 et 2050, voici la tendance à suivre pour l'établissement, basée sur le chiffrage de la SNBC :

Projections général des émissions de l'INSA pour 2030 et 2050

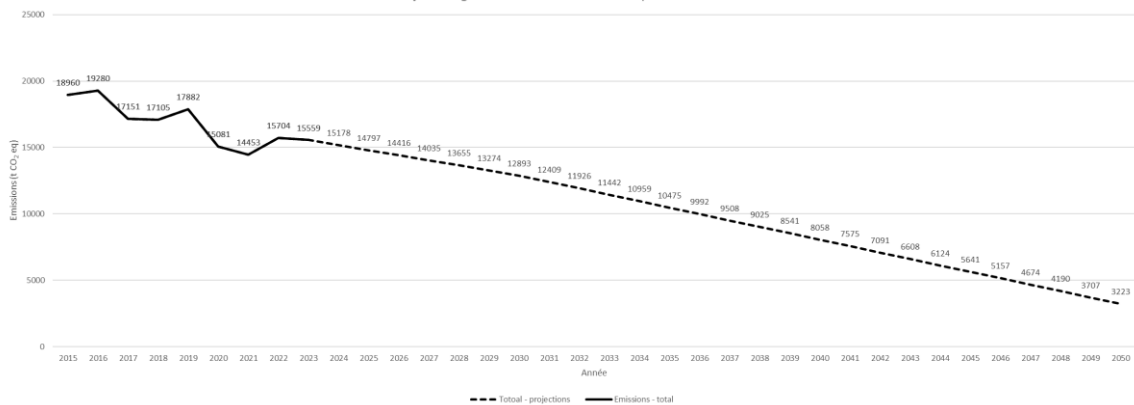


Figure 47 : Projection SNBC de l'INSA Lyon tous secteurs confondus

Cela équivaut à une réduction d'environ 2% à 3% par an des émissions globales de l'INSA Lyon jusqu'en 2030, puis d'une réduction de 8% en moyenne par an de 2030 à 2050. En d'autres termes, cela équivaut à une réduction moyenne de 338 t CO2 eq par an jusqu'en 2030 et de 483 t CO2 eq par an de 2030 à 2050⁹.

Nous avons donc associé à chaque secteur et/ou sous-secteur des pourcentages de réduction pour 2030 et 2050 se rapprochant au maximum des objectifs fixés par la SNBC. Ainsi, pour les secteurs déjà mentionnés dans la SNBC (énergie, déplacements, alimentation et déchets), ce sont les facteurs exacts qui sont appliqués. Pour les postes restants, c'est-à-dire l'immobilisation et les intrants, ce sont des pourcentages de réductions estimés, basés sur les objectifs de réduction globales de la SNBC et de leur part respective dans les émissions globales de l'INSA Lyon.

Tableau 11 : Récapitulatif des pourcentages de réduction visées par la SNBC par secteur d'émission

Objectifs de réduction des émissions en ligne avec la Stratégie Nationale Bas Carbone par secteur (par rapport à 2015)		
	2030	2050
Energie	33%	96%
Immobilisation	32%	83%
Déplacements	28%	98%
Alimentation	18%	46%
Déchets	37%	66%
Intrants	21%	80%

Le graphique suivant illustre les projections envisageables pour l'INSA en appliquant les facteurs de réduction de chacun des secteurs, en ligne avec les objectifs de la SNBC :

⁹ Le détail des réductions par année est disponible dans l'annexe 2 de ce rapport

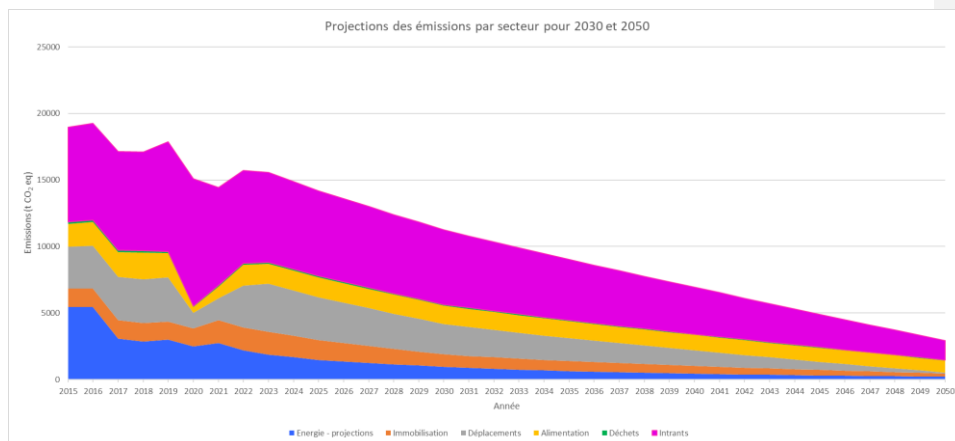


Figure 48 : Projections cumulées par secteurs de l'INSA Lyon selon la SNBC

C. Plan d'actions

L'établissement compte cette fois redoubler d'efforts pour les secteurs des achats et des déplacements puisqu'ils constituent les postes les plus émissifs (ces deux secteurs représentent ensemble 66% des émissions totales de l'INSA Lyon) en 2023.

1. DES MODES DE DEPLACEMENT PLUS DURABLES

- Renforcer la sensibilisation sur les mobilités douces et durables auprès des étudiants et des personnels
- Valoriser et soutenir une politique de déplacements professionnels respectueuses de l'environnement
- Réduire de façon significative les émissions des mobilités étudiantes en mettant en place une "limite carbone" individuelle

2. ACHETER DE MANIERE PLUS RESPONSABLE

- Cœuvrer pour une analyse plus complète des achats
- Accompagner les usagers dans la définition de leurs besoins en amont de l'achat
- Définir une politique d'achats en cohérence avec la SNBC
- Sensibiliser les personnels sur la thématique des achats et leur part dans le Bilan Carbone

3. RENFORCER UNE POLITIQUE DE SOBRIETE ENERGETIQUE

- Informer et sensibiliser sur des usages et des comportements responsables
- Assurer la qualité des bâtiments : poursuivre la rénovation globale déjà entamée des composantes de l'INSA Lyon

BIBLIOGRAPHIE

- Article L229-25 - Code de l'environnement, 2023-973 (2023).
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000048246757
- Barioni, L. G., Krishnapillai, M., Sapkota, T., & Benton, T. (2019). *IPCC - Food Security—Special Report on Climate Change and Land*. <https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/chapter-5/>
- *Base de données Agribalyse*. (s. d.). <https://agribalyse.ademe.fr/app>
- *Bilan électrique 2023 | RTE*. (s. d.). <https://analysesetdonnees.rte-france.com/bilan-electrique-2023/synthese>
- *Comment concilier nutrition et climat ? Pour la prise en compte des enjeux environnementaux dans le Programme National Nutrition Santé*. (2024). Réseau Action Climat.
<https://reseauactionclimat.org/publications/synthese-comment-concilier-nutrition-et-climat-pour-la-prise-en-compte-des-enjeux-environnementaux-dans-le-programme-national-nutrition-sante/>
- *Co-UDlabs : L'INSA Lyon s'engage pour une gestion durable des eaux urbaines*. (2021, septembre 16). INSA Lyon. <https://www.insa-lyon.fr/fr/actualites/co-udlabs-l-insa-lyon-s-engage-pour-gestion-durable-eaux-urbaines>
- *Documentation AGRIBALYSE®*. (2024, avril 9). <https://doc.agribalyse.fr/documentation/nous-contactez/foire-aux-questions>
- *Jeux de données | Base Empreinte®*. (s. d.). <https://base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees>
- *L'ABC - Du Bilan Carbone® à l'intérêt général*. (s. d.). <https://abc-transitionbas carbone.fr/association-pour-la-transition-bas-carbone/>
- *Méthode pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre*. (2022). ADEME.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/methodo_BEGES_decli_07.pdf
- *Plan d'accès LyonTech-la Doua—INSA Lyon*. (2014, août 26). INSA Lyon. <https://www.insa-lyon.fr/fr/plan-d-acces>
- *Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact*. (s. d.), <https://www.teddif.org/ressources/evaluation>
- *Quantitative Inventory Uncertainty—Greenhouse gas protocol*. (s. d.).
<https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance>
- *Rénovation : 5 nouveaux bâtiments éco-rénovés sur le campus de l'INSA Lyon*. (2023). INSA Lyon.
<https://www.insa-lyon.fr/fr/mots-cles/renovation>
- *Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) | Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires*. (s. d.). Consulté 29 juillet 2024, à l'adresse <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

Annexes

Annexe 1 : Incertitudes sur le secteur de l'alimentation

INCERTITUDES – SECTEUR DE L'ALIMENTATION¹

Les facteurs d'émissions proposés par l'ADEME concernant le secteur de l'alimentation sont issus de la base de données AGRIBALYSE. Pour calculer les incertitudes liées à cette base de données, c'est la méthode « Pedigree Matrix » qui est appliquée.

Ce sont 7 sources de données qui composent la base Agribalyse :

- La statistique publique bien documentées
- Les statistiques avec un accès restreint
- Les éléments bien documentés
- Les éléments peu documentés
- Les dires des experts
- Les cas individuels sélectionnés par typologie
- Les cas individuels estimés

Le but est d'estimer la qualité de chacune de ces sources qui forment la base de données. Pour ce faire, des « matrices de qualité des sources de données » sont présentées grâce à 5 indicateurs : Précision, Exhaustivité, complétude, Corrélation temporelle, Corrélation géographique, Corrélation technologique.

Pour chaque source de données, on attribue une note de 1 (très bonne qualité) à 5 (mauvaise qualité) à chacun des indicateurs mentionnés précédemment.

Ainsi, pour les 7 sources de données, on obtient les matrices de la forme : $M = [U1 ; U2 ; U3 ; U4 ; U5]$

$M1 = [1 ; 1 ; 1 ; 1 ; 1]$ pour La statistique publique bien documentées

$M2 = [2 ; 3 ; 2 ; 2 ; 2]$ pour les statistiques avec un accès restreint

$M3 = [1 ; 2 ; 1 ; 1 ; 1]$ pour les éléments bien documentés

$M4 = [2 ; 3 ; 2 ; 3 ; 2]$ pour les éléments peu documentés

$M5 = [3 ; 3 ; 2 ; 1 ; 2]$ pour les dires des experts

$M6 = [4 ; 2 ; 2 ; 1 ; 2]$ pour les cas individuels sélectionnés par typologie

$M7 = [4 ; 4 ; 2 ; 1 ; 2]$ pour les cas individuels estimés

Ces matrices évaluent donc la qualité des données. Mais comment les transformer en incertitudes chiffrées ?

En appliquant la formule suivante pour chacune des matrices :

$$SD_{g95} \cong \sigma_g^2 = \exp^{\sqrt{[\ln(U_1)]^2 + [\ln(U_2)]^2 + [\ln(U_3)]^2 + [\ln(U_4)]^2 + [\ln(U_5)]^2}}$$

Avec U_b le facteur d'incertitude dit « basique », valant 1,05

On somme ensuite les 7 résultats obtenus et on obtient 37,65% pour le secteur de l'alimentation

¹ L'ensemble de la démarche est issue du rapport « Greenhouse Gas Protocol » - Quantitative Inventory Uncertainty

Annexe 2 : Détails des pourcentages de réduction par secteur pour l'INSA Lyon selon la SNBC

	Emissions par année																Projections 2030															
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Secteur d'émission	5466	5455	3061	2558	2994	2482	2748	2184	1877	1839	1803	1767	1731	1697	1663	1629	5466	5455	3061	2558	2994	2482	2748	2184	1877	1839	1803	1767	1731	1697	1663	1629
Energie - Stage de réduction 1	0%	-44%	-7%	-7%	-5%	-17%	11%	-20%	-14%	-2%	-2%	-2%	-2%	-2%	-2%	-2%	0%	-44%	-7%	-7%	-5%	-17%	11%	-20%	-14%	-2%	-2%	-2%	-2%	-2%	-2%	-2%
Energie - Stage de réduction 2	5466	5455	3061	2558	2994	2482	2748	2184	1877	1839	1803	1767	1731	1697	1663	1629	5466	5455	3061	2558	2994	2482	2748	2184	1877	1839	1803	1767	1731	1697	1663	1629
Energie - Stage de réduction 2	1373	1385	1394	1371	1373	1374	1371	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1385	1385	1394	1371	1373	1374	1371	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373
Immobilisation - Stage de réduction	3152	3211	3276	3299	3303	3156	3144	3144	3598	3598	3598	3598	3598	3598	3598	3598	3152	3211	3276	3299	3303	3156	3144	3144	3598	3598	3598	3598	3598	3598	3598	3598
Déplacements - Stage de réduction	1708	1789	1838	2004	1881	454	896	1579	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1708	1789	1838	2004	1881	454	896	1579	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514	1514
Alimentation - Stage de réduction	139	5%	3%	9%	-9%	-79%	97%	76%	-4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	139	5%	3%	9%	-9%	-79%	97%	76%	-4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Déchets - projections	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
Déchets - Stage de réduction	7121	7297	7419	7432	8265	9552	7342	6975	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	7121	7297	7419	7432	8265	9552	7342	6975	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742
Intrants - Stage de réduction	18960	19280	17151	17105	17882	15081	14453	15704	15559	15559	15559	15559	15559	15559	15559	15559	18960	19280	17151	17105	17882	15081	14453	15704	15559	15559	15559	15559	15559	15559	15559	15559
Total - Stage de réduction	2%	-11%	0%	5%	5%	-16%	-4%	9%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	-11%	0%	5%	5%	-16%	-4%	9%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	22%

Secteur d'émission	Projections 2030												Projections 2050											
	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050				
Energie - projection 1	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629	1629				
Energie - projection 2	1070	1001	931	869	811	757	708	661	619	579	542	507	475	445	417	391	366	343	322	299				
Energie - Stage de réduction 1	0%	-6%	-7%	-7%	-7%	-7%	-7%	-7%	-6%	-6%	-6%	-6%	-6%	-6%	-6%	-6%	-6%	-6%	-6%	-6%				
Energie - Stage de réduction 2	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373	1373				
Immobilisation - projections	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
Immobilisation - Stage de réduction	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152				
Déplacements - projections	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139				
Déplacements - Stage de réduction	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
Alimentation - projections	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708	1708				
Alimentation - Stage de réduction	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139				
Déchets - projections	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139				
Déchets - Stage de réduction	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742	6742				
Intrants - projections	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960				
Intrants - Stage de réduction	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
Total - Stage de réduction	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960	18960				