



Rapport du Bilan Carbone[®] de l'École des mines de Saint-Étienne Année 2019

Septembre 2021

Rapport d'étude Mai 2021 corrigé après présentation des résultats



SOMMAIRE

1. Glossaire	4
2. Cadre et objectifs de la mission	5
2.1. Contexte de l'étude	5
2.2. Pilotage du Bilan carbone	5
2.3. Données d'activité 2019	5
3. Rappel de la problématique du changement climatique	6
3.1. Qu'est-ce que le changement climatique ?	6
3.2. L'effet de serre : un phénomène naturel que l'homme accentue	6
3.3. Un responsable majeur : la consommation d'énergie fossile	7
3.4. Qu'est-ce qu'un Bilan carbone ?	7
3.5. Que représente une tonne de CO ₂ e ?	7
3.6. Émissions de GES d'un Français ?	8
4. Synthèse de ce bilan d'émissions de gaz à effet de serre	9
4.1. Résultats du bilan carbone 2019	10
4.2. Les grands enjeux pour Mines Saint-Étienne	11
4.3. Conclusion générale de cette étude	11
5. Bilan Carbone®	13
5.1. Résultats des émissions pour l'année 2019	13
5.1.1. Répartition des émissions par poste	13
5.1.2. Quelques indicateurs	13
6. Décomposition par postes d'émissions	14
6.1. Données collectées et calculs extrapolés	14
6.2. Les bâtiments de Mines Saint-Étienne	15
6.2.1. Immobilisations	15
6.2.2. Consommations d'énergie des bâtiments	16
6.2.3. Fluides de climatisation	17
6.3. Déplacements	18
6.3.1. Déplacements professionnels et colloques/salons	18
6.3.2. Déplacements étudiants	19
6.3.3. Déplacements domicile-campus	20
6.4. Intrants (Achats)	22
6.4.1. Intrants	22
6.5. Déchets	23
7. Plan d'actions	24
7.1. Former les ingénieurs au calcul des émissions de GES	24
7.2. Projets "carbone" pour les étudiants	24
7.3. Stratégie carbone de Mines Saint-Étienne	25

7.4. Rénovations énergétiques des bâtiments	26
7.5. Politique d'achats responsables	26
8. Conclusions générales pour ce Bilan Carbone	28
9. Annexe méthodologique	31
9.1. Principe général	31
9.2. Unités de mesure	32
9.3. Gaz pris en compte	32
9.4. Mode de calcul des émissions et incertitudes	33

1. Glossaire

Définitions issues de la Méthode pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre.

Gaz à effet de serre (GES) : constituant gazeux de l'atmosphère naturel ou anthropogène, qui absorbe et émet le rayonnement d'une longueur d'onde spécifique du spectre du rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, l'atmosphère et les nuages. Les gaz à effet de serre considérés aux fins de ce bilan sont ceux énumérés par l'arrêté du 25 janvier 2016, en France, relatif aux gaz à effet de serre couverts par les bilans d'émission de gaz à effet de serre.

Bilan d'émissions de gaz à effet de serre : évaluation du volume total de GES émis dans l'atmosphère sur une année par les activités de la personne morale (PM) sur le territoire national, et exprimé en équivalent tonnes de dioxyde de carbone.

Catégorie d'émission : ensemble de postes d'émissions de GES. Trois catégories d'émissions sont distinguées, les émissions directes de GES, les émissions de GES indirectes liées à l'énergie et les autres émissions indirectes de GES. Ces catégories sont dénommées « scope » dans d'autres référentiels.

Émission directe de GES : émission de GES de sources de gaz à effet de serre, fixes et mobiles, contrôlées par la personne morale.

Émission indirecte de GES associée à l'énergie : émission de GES provenant de la production de l'électricité, de la chaleur ou de la vapeur importée et consommée par la personne morale pour ses activités.

Autre émission indirecte de GES : émission de GES, autre que les émissions indirectes de GES associées à l'énergie, qui est une conséquence des activités d'une personne morale, mais qui provient de sources de gaz à effet de serre contrôlées par d'autres entités.

Facteur d'émission ou de suppression des gaz à effet de serre (FE) : facteur rapportant les données d'activité aux émissions ou suppressions de GES.

Postes d'émissions : émissions de GES provenant de sources ou de types de sources homogènes. Un poste d'émission peut être assimilé à une sous-catégorie.

Source de gaz à effet de serre : unité physique ou processus rejetant un GES dans l'atmosphère.

Pouvoir calorifique inférieur (PCI) : quantité théorique d'énergie contenue dans un combustible, c'est-à-dire la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une unité de masse de produit (1kg) dans des conditions standardisées. L'eau formée lors de la combustion est évacuée sous forme de vapeur et s'échappe avec les fumées dans l'atmosphère.

Pouvoir calorifique supérieur (PCS) : quantité théorique d'énergie récupérée par la combustion à laquelle se rajoute la récupération des calories contenues dans la condensation de la vapeur d'eau des fumées.

SCOPE : périmètre d'analyse des émissions de gaz à effet de serre (appelé scope par anglicisme). Trois scopes sont actuellement définis :

- le Scope 1 (émissions directes de GES) qui correspond aux émissions ayant lieu directement au sein des bâtiments ou des véhicules d'une entité : consommation de combustibles, de carburant pour les véhicules, émissions de fluides frigorigènes (climatisations)
- le Scope 2 (émissions indirectes de GES associées à l'énergie) qui correspond aux émissions liées aux consommations d'électricité et des réseaux de chaleur ou de froid
- le Scope 3 (autres émissions indirectes de GES) qui correspond aux émissions liées à l'ensemble des autres flux nécessaires à l'ensemble des activités de l'entité (achats, déplacements, fret...).

Équivalent CO₂ : unité de mesure des gaz à effet de serre (abréviations : eqCO₂, éq. CO₂, CO₂e ou CO₂-eq) qui permet de comparer et de cumuler les impacts des différents GES en matière de réchauffement climatique.

2. Cadre et objectifs de la mission

2.1. Contexte de l'étude

Le Bilan Carbone® de Mines Saint-Étienne s'inscrit dans une démarche de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre de l'IMT.

Le périmètre opérationnel prend en compte l'ensemble des flux, **scopes 1, 2 et 3** (ensemble des émissions de GES directes et indirectes, nécessaires au fonctionnement de Mines Saint-Étienne).

L'année de reporting est l'année **2019**.

2.2. Pilotage du Bilan carbone

Le pilotage du Bilan Carbone a été assuré par :

- **M. Daniel KERAMBRUN**, Ingénieur Patrimoine et responsable du projet,
- **M. Martial DOUET**, Ingénieur QHSE - Référent DD

Ce bilan a été réalisé par **A2DM et Climat Mundi**.

2.3. Données d'activité 2019

Nombre d'étudiants en 2019 : **1042**

- St Étienne : **752**
- Gardanne : **290**

Nombre de professeurs et personnels : **466**

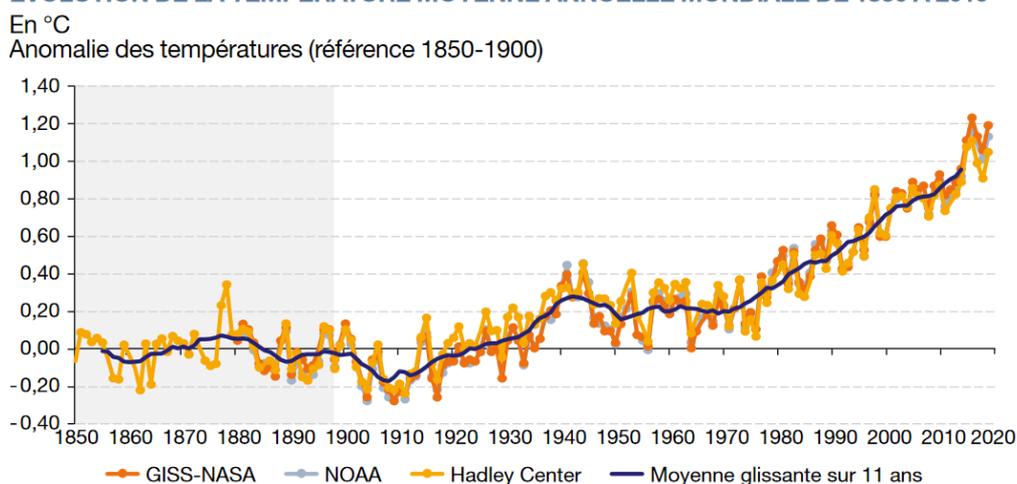
- St Étienne : **365**
- Gardanne : **101**

3. Rappel de la problématique du changement climatique

3.1. Qu'est-ce que le changement climatique ?

Depuis des milliers d'années, le climat de la planète a toujours connu des fluctuations. Mais depuis l'industrialisation, la composition de l'atmosphère s'est modifiée en raison des émissions de gaz à effet de serre. Ce réchauffement causé par les activités humaines accentue l'effet de serre naturel et entraîne des changements importants au niveau du climat.

ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE MONDIALE DE 1850 À 2019

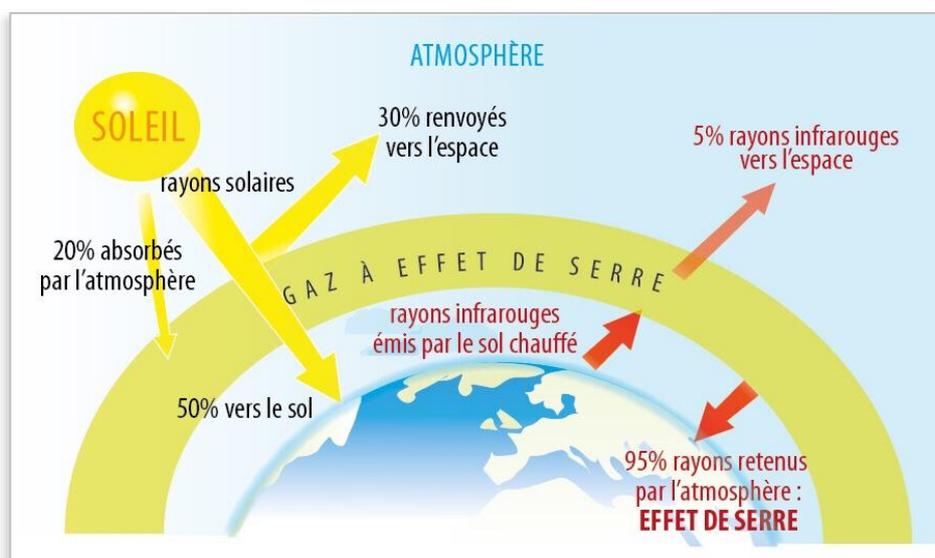


Note : en grisé la période préindustrielle 1850-1900.

Sources : NASA ; NOAA ; Hadley Center

3.2. L'effet de serre : un phénomène naturel que l'homme accentue

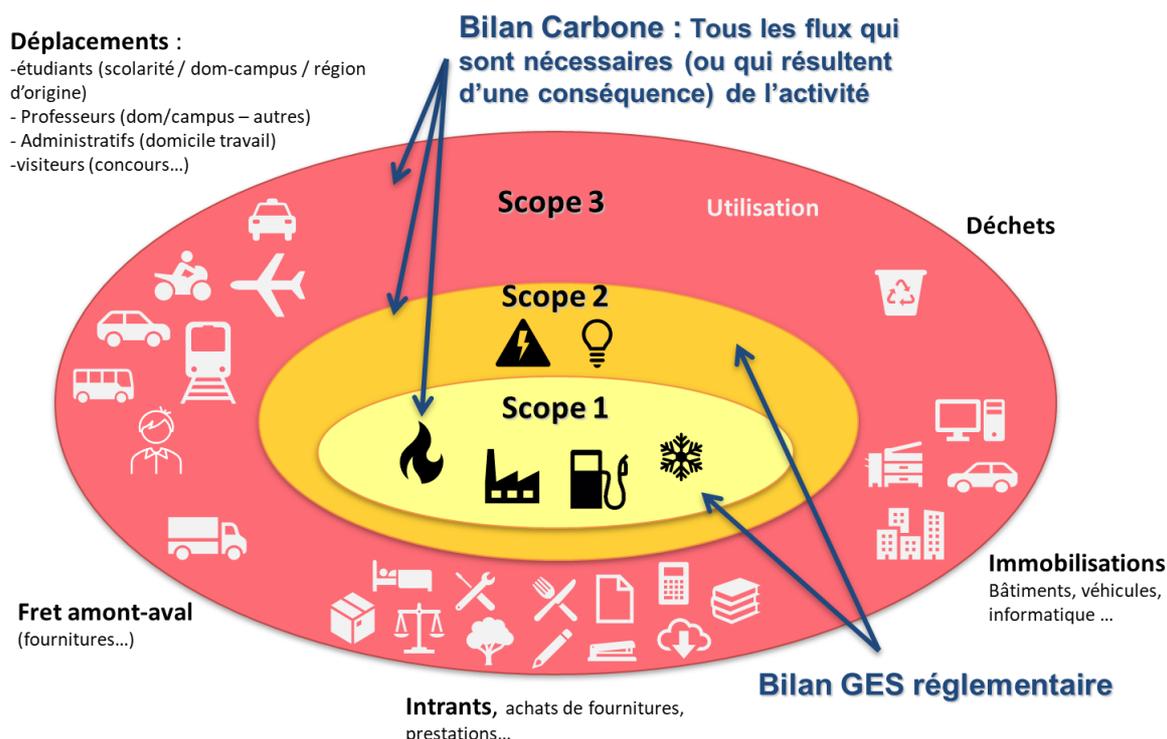
L'augmentation de la concentration de GES dans l'atmosphère liée à la consommation d'énergies fossiles, à la déforestation, à l'utilisation d'engrais azotés, au traitement des déchets et à certains procédés industriels, crée un effet de serre additionnel qui dérègle le climat.



3.3. Un responsable majeur : la consommation d'énergie fossile

Les consommations d'énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole) sont responsables de 70% des émissions anthropiques de GES. En effet, se déplacer en voiture, chauffer ou climatiser sa maison, produire une tonne d'acier... sont autant d'actions qui génèrent des émissions.

3.4. Qu'est-ce qu'un Bilan carbone ?



3.5. Que représente une tonne de CO2e ?

Quelques équivalences en tonne eq CO2 à titre d'exemple :

1 tonne équivalent CO2 c'est (à peu près...) :

- 1 an de chauffage au gaz pour un studio de 20 m²,
- ou 2800 à 3000€ de travaux (isolation, ventilation CVC, chauffage, électricité, menuiseries PVC),
- ou 1 aller-retour Paris – Moscou en avion,
- ou 1 tonne (440 ramettes) de papier,
- ou 4300 km en petite voiture en ville,
- ou 35 kg de viande de bœuf

3.6. Émissions de GES d'un Français ?

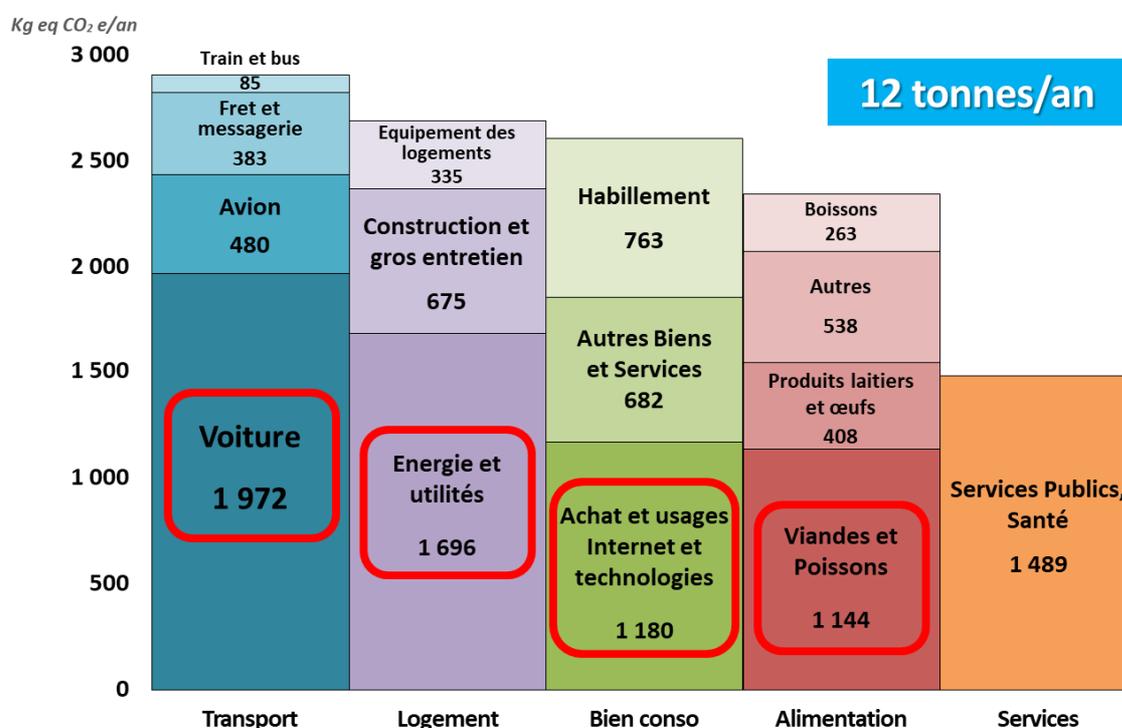
Un Français émet en moyenne environ :

- **6,6 T CO₂e** : empreinte carbone liée uniquement aux émissions de GES sur le territoire français
- **12 T CO₂e** : empreinte carbone liée aux émissions de GES sur le territoire + les émissions liées aux importations.

Pour que les émissions d'un Français soient compatibles avec un réchauffement limité à + 2°C, il faudra qu'un Français émette en 2050 entre :

1,6 et 2,8 T CO₂e

Empreinte carbone d'un Français



Sources : statistiques.developpement-durable.gouv.fr ; Carbone 4 ; Agreste ; INSEE / Année 2015-2016 Traitement : ravijen.fr

4. Synthèse de ce bilan d'émissions de gaz à effet de serre

Les résultats du Bilan Carbone (ou bilan GES¹) constituent une « photographie » des émissions de GES **NECESSAIRES** au fonctionnement de Mines Saint-Étienne pour l'année 2019. Le périmètre de calcul prend en compte les émissions directes et indirectes (fournisseurs, prestataires, déplacements étudiants) de Mines Saint-Étienne.

Le Bilan Carbone consiste à associer aux flux d'activité de Mines Saint-Étienne, des facteurs d'émissions (ratios ou coefficients issus de la base de données « Base Carbone » de l'ADEME). Ces facteurs d'émissions permettent de convertir ces flux en émissions de gaz à effet de serre.

Les résultats comportent une incertitude relativement importante. Cette incertitude provient en partie des facteurs d'émissions qui sont des ratios nationaux plus ou moins précis et en partie des données d'activité de Mines Saint-Étienne, certaines données étant estimées ou extrapolées...

Au regard de cette incertitude, les résultats sont arrondis à la tonne ou à la dizaine de tonnes d'équivalent² CO₂.

Cette incertitude ne remet toutefois pas en cause les résultats qui offrent une vision claire des principaux postes d'émission de GES et des enjeux pour l'École des mines de Saint-Étienne.

Méthodologie

Pour réaliser un bilan GES ou Bilan Carbone, il est nécessaire de rassembler les données d'activités de l'organisme étudié. Cela peut être des informations déjà disponibles dans l'organisation (données primaires), mais aussi des données externes à recueillir auprès des fournisseurs, donneurs, salariés, etc... voire des données statistiques, des études, des données extrapolées (données génériques ou secondaires).

Ce sont ces données qui permettent de renseigner les tableurs de la méthode Bilan Carbone®. Ces données seront alors associées à un facteur d'émission permettant de calculer son équivalent carbone. Ces facteurs d'émission sont disponibles dans la Base Carbone® de l'ADEME (<https://www.bilans-ges.ademe.fr>).

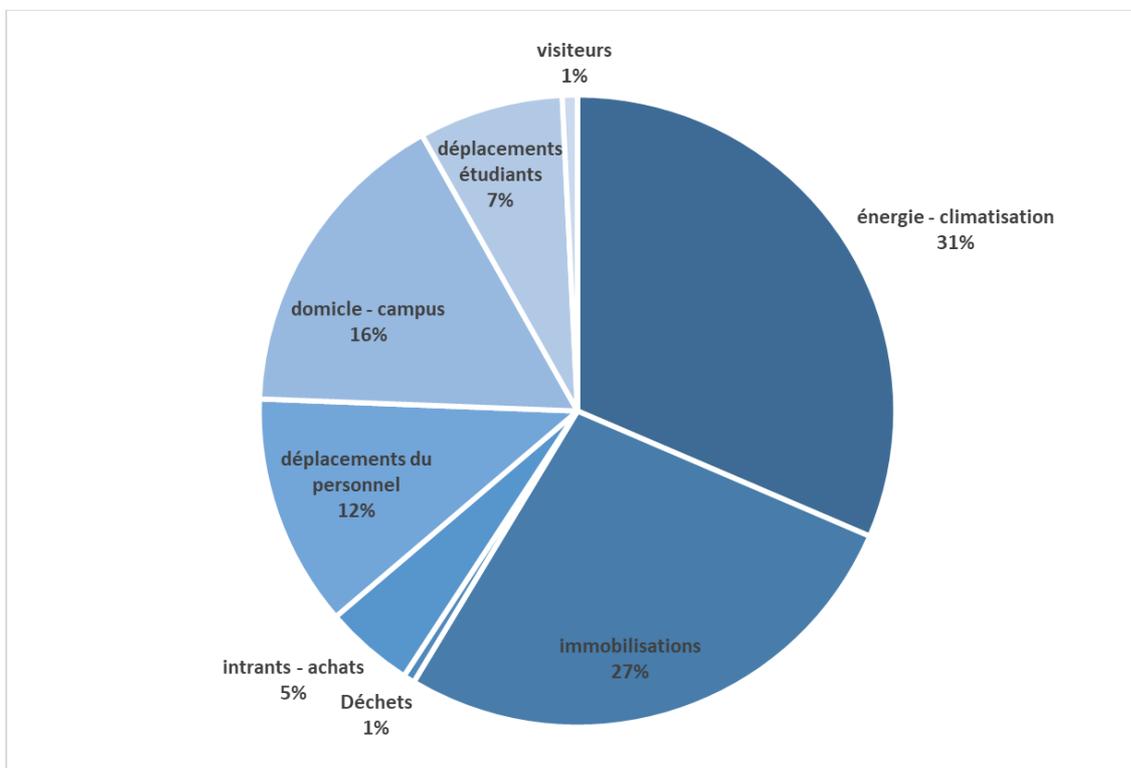
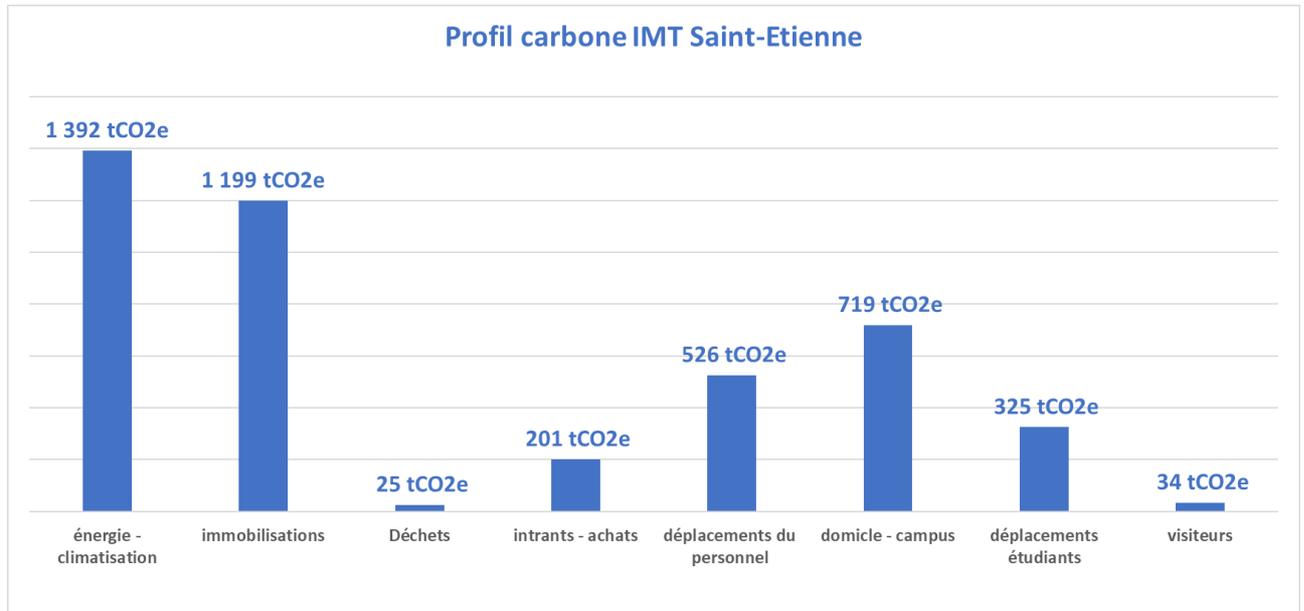
Ce calcul des émissions de GES est établi sur les données d'activité 2019. Dans le cadre de ce projet, plusieurs sources d'émissions de GES n'ont pu être collectées, des extrapolations ont donc été réalisées pour pallier ce manque d'information. Les extrapolations sont construites sur les résultats des autres écoles de l'IMT. (→ voir paragraphe 6.1)

¹ GES : Gaz à Effet de Serre

² Equivalent CO₂ : voir explication paragraphe 1. Glossaire

4.1. Résultats du bilan carbone 2019

Le bilan global des émissions de GES de Mines Saint-Étienne est évalué à 4 422 tonnes d'équivalent CO₂ (tCO₂e), soit l'équivalent de l'empreinte carbone sur une année de 410 français (ou l'équivalent de 23 millions de km parcourus en petite voiture diesel (6l/100km)).



Le premier grand poste d'émission concerne **l'énergie consommée par les bâtiments et les fuites de gaz de climatisations**. Ce poste peut être regroupé avec **les immobilisations** (principalement les bâtiments et plus marginalement le mobilier, le matériel informatique et les véhicules) pour donner une vision globale de l'impact général des bâtiments. Près de 60 % des émissions de Mines Saint-Étienne sont liées à la construction, aux travaux et à l'exploitation des bâtiments. Notons que le parc immobilier est très important avec 63 000 m².

Le second grand poste concerne **les déplacements**. Il regroupe les déplacements des étudiants dans le cadre de leur cursus, les déplacements domicile-campus (étudiants, professeurs chercheurs, personnels) et les déplacements professionnels. L'ensemble de ces déplacements représente 36 % des émissions globales du Bilan Carbone.

Le troisième poste d'émissions concerne **les achats** : 5 % du Bilan Carbone. Ces émissions indirectes ont lieu chez les fabricants, fournisseurs et prestataires auxquels Mines Saint-Étienne fait appel.

L'ensemble des postes d'émission est détaillé dans la suite de ce document.

4.2. Les grands enjeux pour Mines Saint-Étienne

4 422 tonnes d'équivalent CO₂ sont nécessaires à vos activités et matérialisent deux enjeux majeurs :

- **Une forte dépendance indirecte aux énergies fossiles.** En effet, sur les 4 422 tCO₂e, une grande partie (90 à 95% environ) sont des émissions de CO₂ (et pas des autres gaz à effet de serre – voir détail en annexe méthodologique paragraphe 9.3). D'une manière générale, les émissions de CO₂ matérialisent le fait que « quelqu'un, quelque part » brûle des combustibles fossiles pour les biens et les services utilisés par Mines Saint-Étienne. Se pose alors la question de l'impact sur Mines Saint-Étienne d'une hausse du prix des énergies fossiles. Si le prix des énergies augmente de manière importante (comme en 2007), les fournisseurs, prestataires... vont, avec plus ou moins d'inertie, répercuter le coût de cette hausse à leurs clients et in fine, cela impactera le compte de charges de l'école.
- **Un fort impact sur le climat.** Les étudiants et les différentes parties prenantes de Mines Saint-Étienne (entreprises partenaires, enseignants-chercheurs, organismes de tutelle...) sont de plus en plus sensibles aux enjeux climatiques. Il est probable que ceux-ci soient de plus en plus disposés à vous demander « des comptes » sur la prise en charge de vos enjeux climatiques. Une institution comme Mines Saint-Étienne se doit aujourd'hui d'intégrer l'enjeu climat dans ses réflexions stratégiques.

4.3. Conclusion générale de cette étude

Il paraît évident que les enjeux climatiques vont prendre une part grandissante dans la société. Les différentes parties prenantes de Mines Saint-Étienne pourront exiger une plus grande prise en compte de ces enjeux et la mise en place d'actions concrètes.

La vocation de l'école est de former des ingénieurs. Les enjeux climatiques constituent un problème transversal complexe qui impactera peu ou prou les métiers de tous les ingénieurs. L'une des actions

les plus efficaces pour réduire les émissions de GES (du point de vue global) consiste à sensibiliser et former les étudiants de manière plus approfondie aux enjeux énergie/climat et aux risques/opportunités que cela génère (et va générer de plus en plus) pour la stratégie d'une entreprise. Au-delà de cette formation, l'école pourrait proposer tous les ans à un groupe d'étudiants de mettre à jour le Bilan Carbone.

Mines Saint-Étienne a tout intérêt à mettre en place une petite équipe (à minima un référent) pour prendre en compte les enjeux climatiques en interne.

Au-delà de la mise à jour de ce bilan GES, du pilotage et du suivi du plan d'action de réduction des GES, cette personne ou cette équipe pourrait avoir la charge de la veille sur les enjeux climat (en interne comme en externe). Cette équipe pourrait donner un avis sur les décisions importantes qui engagent le futur de Mines Saint-Étienne (construction/rénovation...) et orienter les décisions en cohérence avec les objectifs de réduction d'émissions de GES. Rappelons que lorsqu'une contrainte est inéluctable, l'anticipation est toujours payante.

5. Bilan Carbone®

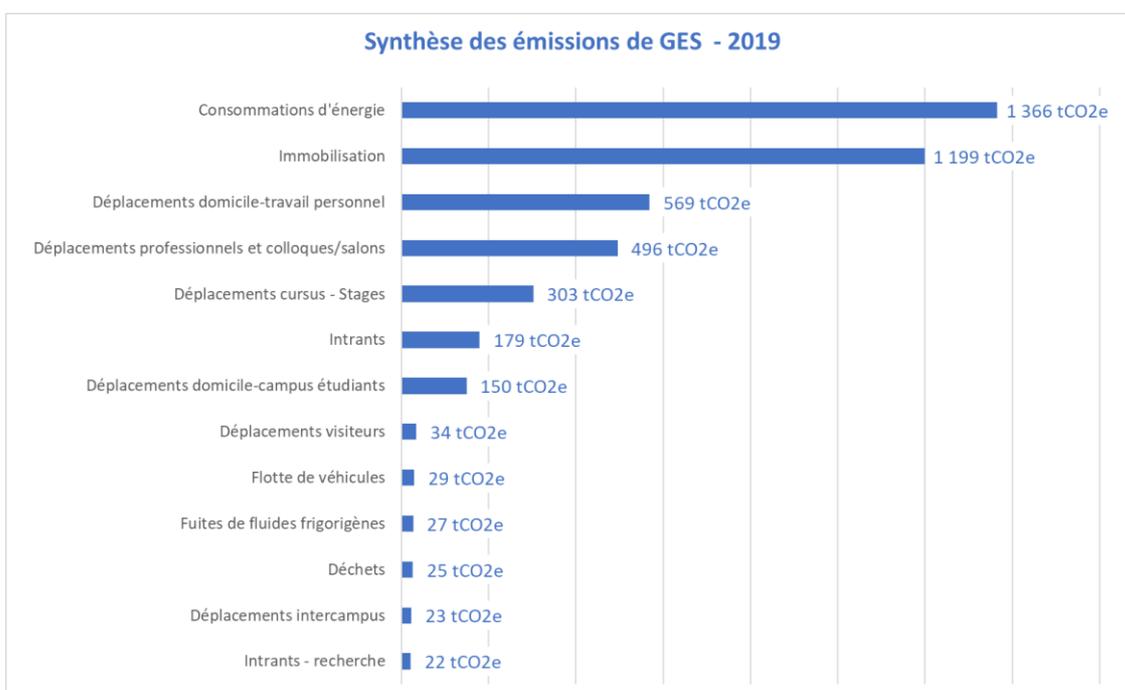
5.1. Résultats des émissions pour l'année 2019

Les émissions globales sont estimées à **4 422 tCO₂e**.

5.1.1. Répartition des émissions par poste

Le tableau et le graphique ci-dessous récapitulent la répartition par poste des émissions de gaz à effet de serre. Ils permettent de visualiser l'importance relative de chaque poste d'émissions.

Les postes sont présentés, par la suite, par ordre d'importance pour Mines Saint-Étienne (en tonnes d'équivalent CO₂).



5.1.2. Quelques indicateurs

Les quelques indicateurs suivants permettent de donner une image des émissions de GES. Ils peuvent également servir d'indicateur de suivi pour visualiser l'évolution des émissions de GES de Mines Saint-Étienne dans le temps.

9,5 t CO₂e /
Enseignant-chercheur
et personnel

4,2 t CO₂e /
étudiant

4 422 tCO₂e
KG

6. Décomposition par postes d'émissions

6.1. Données collectées et calculs extrapolés

Méthodologie

- Données d'activité x Facteurs d'émission = émissions de Gaz à Effet de Serre

Données collectées

- Des grandeurs physiques : consommation d'énergie, fuites de gaz frigorigènes, consommations de carburant ... => **très bonne fiabilité du résultat**
- Des données budgétaires : achats => **fiabilité moyenne du résultat car utilisation de ratios monétaires**
- Des émissions de CO2 déjà calculées : déplacements en train => **la précision dépend de la fiabilité de la source/méthode de calcul**
- Des données nécessitant une extrapolation : différents postes => **la précision du résultat dépend de la donnée obtenue et de la modélisation**

Postes d'émissions en tCO2e	calculs
Consommations d'énergie	calculé
Fuites de fluides frigorigènes	calculé
Déchets	calculé
Intrants	calculé
Intrants - recherche	calculé
Immobilisation --> informatique	calculé
Immobilisation --> bâtiments	calculé
Immobilisation --> parking	extrapolé
Immobilisation --> mobilier	calculé
Immobilisation --> véhicules	calculé
Immobilisation Labo	sans objet
Restauration	sans objet
Distributeurs automatiques	sans objet
Flotte de véhicules	calculé
Déplacements professionnels et colloques/salons	calculé
Déplacements intercampus	extrapolé
Déplacements vacataires	compté dans domicile travail staff
Déplacements domicile-travail staff (personnel administratif)	calculé
Déplacements domicile-travail professeurs	compté dans domicile travail staff
Déplacements domicile-campus	calculé
Déplacements cursus - Stages	calculé
Déplacements cursus - Départ international	non calculé
Déplacements cursus - Accueil étudiants étrangers	non calculé
Déplacements cursus - Départs groupés	sans objet
Déplacements cursus - Apprentis → entreprise	non calculé
Déplacements apprentis - domicile-campus	non calculé
Déplacements visiteurs	extrapolé

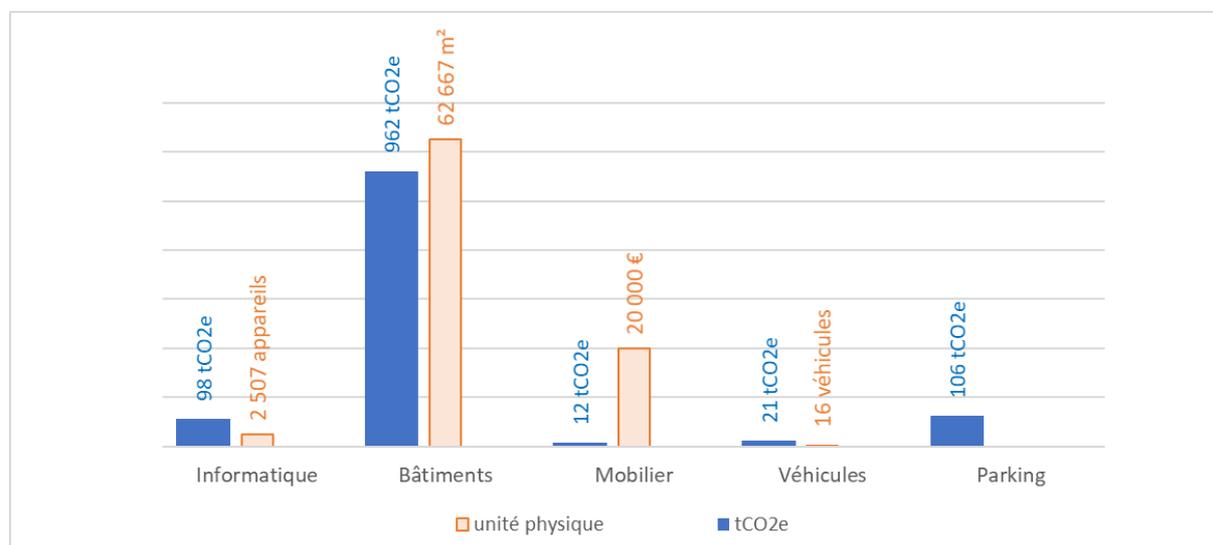
6.2. Les bâtiments de Mines Saint-Étienne

6.2.1. Immobilisations

Les émissions de GES des immobilisations de Mines Saint-Étienne sont évaluées à : **1 199 t CO₂e** soit **27 %** du Bilan Carbone® global.

Ce poste comptabilise les émissions des biens durables (au sens de la durée de vie) utilisés. De la même manière que pour les méthodes comptables, l'investissement de ces biens durables est amorti sur leur durée de vie : les émissions qui ont été nécessaires à leur fabrication sont également réparties sur leur durée de vie.

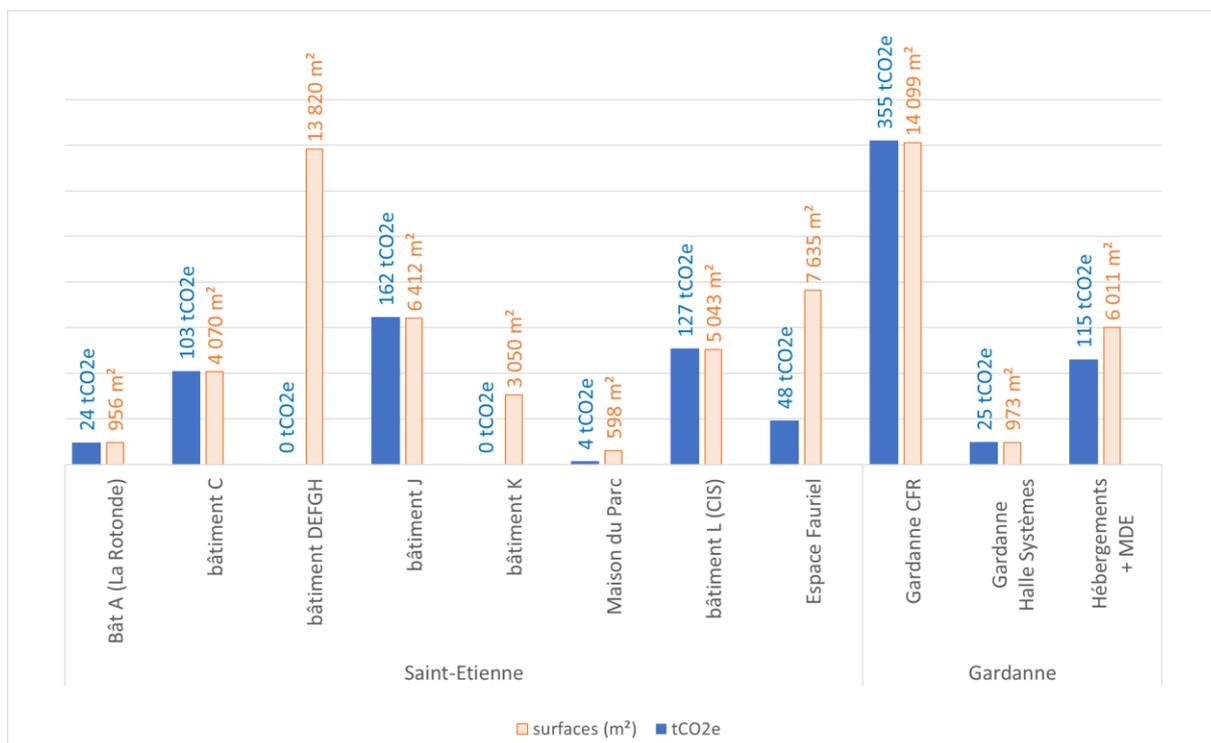
Les émissions des immobilisations ont été calculées à partir de données physiques (m² construits, nombre de véhicules, nombre d'équipements immobilisés...).



Les bâtiments (les émissions liées à leur construction) constituent le plus important poste d'émissions. Les calculs sont basés sur les m² construits et sur un ratio correspondant au CO₂ émis pendant la phase de construction (béton, acier, engins).

Le facteur d'émission utilisé pour l'immobilisation des bâtiments est issu du label « Énergie Positive & Réduction Carbone (E+C-) ». Ce facteur est majoré de 20% pour les bâtiments n'ayant pas fait l'objet d'une démarche volontaire de réduction des émissions de GES pour leur construction (notamment sur le choix des matériaux de construction). Ce ratio est amorti sur 50 ans, durée de vie théorique des bâtiments. Les bâtiments de plus de 50 ans sont donc considérés comme amortis et aucune émissions de GES n'y sont donc associées (hors travaux de réhabilitation).

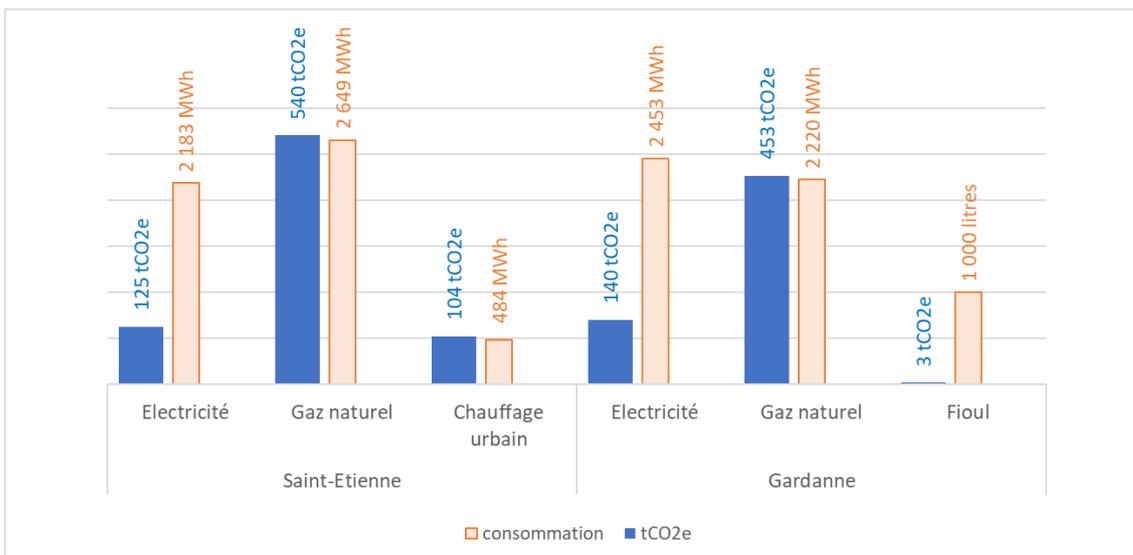
Globalement, les émissions de GES du parc immobilier de Mines Saint-Étienne sont de 15 kgCO₂e/m².



Immobilisation des parkings : Ce poste d'émissions est estimé à **106 tCO2e**. Faute de données disponibles ce chiffre est extrapolé à partir du ratio moyen de parking des autres écoles de l'IMT par m² de bâtiment.

6.2.2. Consommations d'énergie des bâtiments

Ce poste comprend l'ensemble des émissions relatives aux consommations énergétiques des locaux de Mines Saint-Étienne. Les émissions sont de **1 366 tCO2e** pour l'année 2019 (soit **31 %** du Bilan Carbone®). La petite consommation de fioul du site de Gardanne est liée à l'utilisation d'un groupe électrogène.



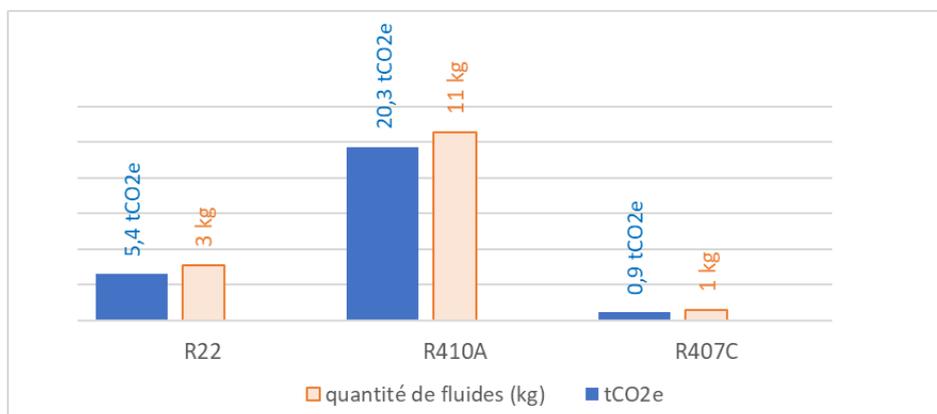
Les données proviennent de la synthèse de l'audit énergétique.

6.2.3. Fluides de climatisation

Ce poste comprend l'ensemble des émissions relatives aux fuites de gaz frigorigènes contenus dans les climatisations.

Sur l'ensemble des sites, ce sont 14 kg de gaz qui se sont évaporés dans l'atmosphère en 2019. Ce chiffre provient de l'agrégation de l'ensemble des recharges effectuées sur les équipements (les fuites sont assimilées aux quantités rechargées). Ces gaz (halocarbures) ont un très fort impact sur le climat. Chaque kilo de fluide a un impact dans l'atmosphère de 1 500 à 3 000 kg d'équivalent CO₂, en fonction des gaz.

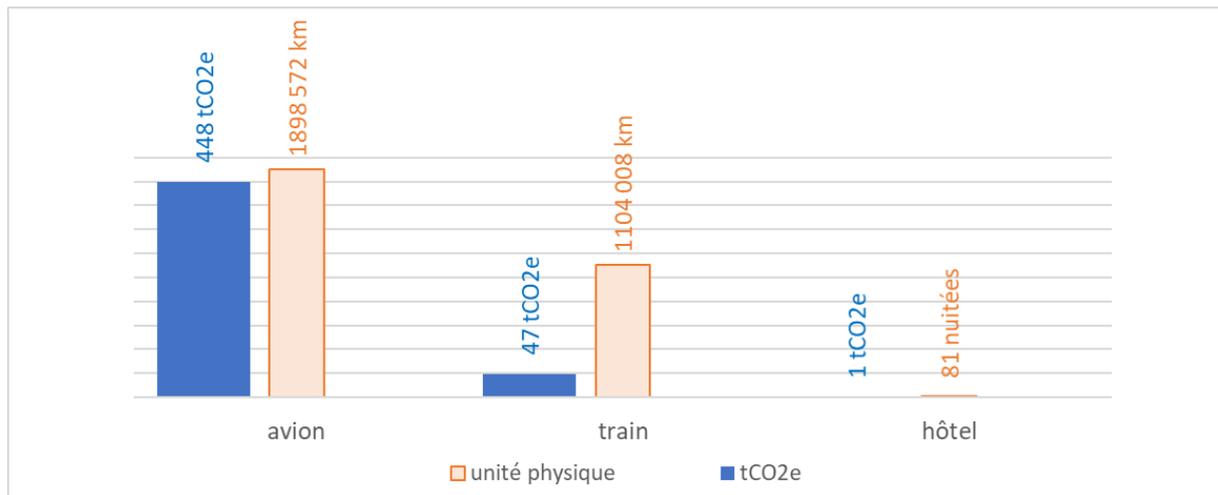
Le poste « Climatisation » représente **27 tCO₂e**, soit **0,6 %** des émissions totales du Bilan Carbone® de Mines Saint-Étienne.



6.3. Déplacements

6.3.1. Déplacements professionnels et colloques/salons

Ce poste quantifie les émissions de GES des déplacements professionnels, notamment pour les colloques et salons. Les données sont du voyageur prestataire « Travel Planet ». Ces déplacements génèrent **496 tCO₂e** (11 % du Bilan Carbone®).



Les données proviennent de « Travel Planet ».

Trajets en avion : 722 trajets

Trajets en train : 3 349 trajets

81 nuits à l'hôtel

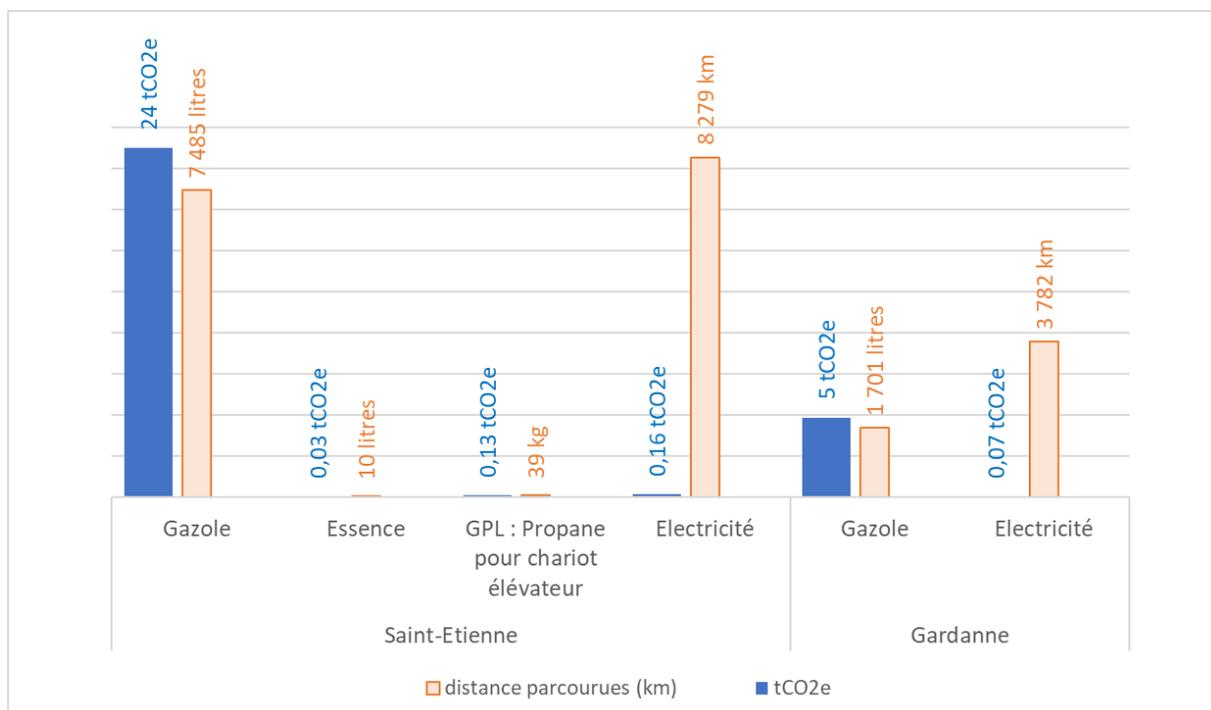
À noter :

Émissions de l'aviation : **0,220** kgCO₂e/passager.km (facteur d'émission moyen de la base carbone)

Émissions du ferroviaire : **0,043** kgCO₂e/passager.km (facteur d'émission moyen calculé par Travel Planet)

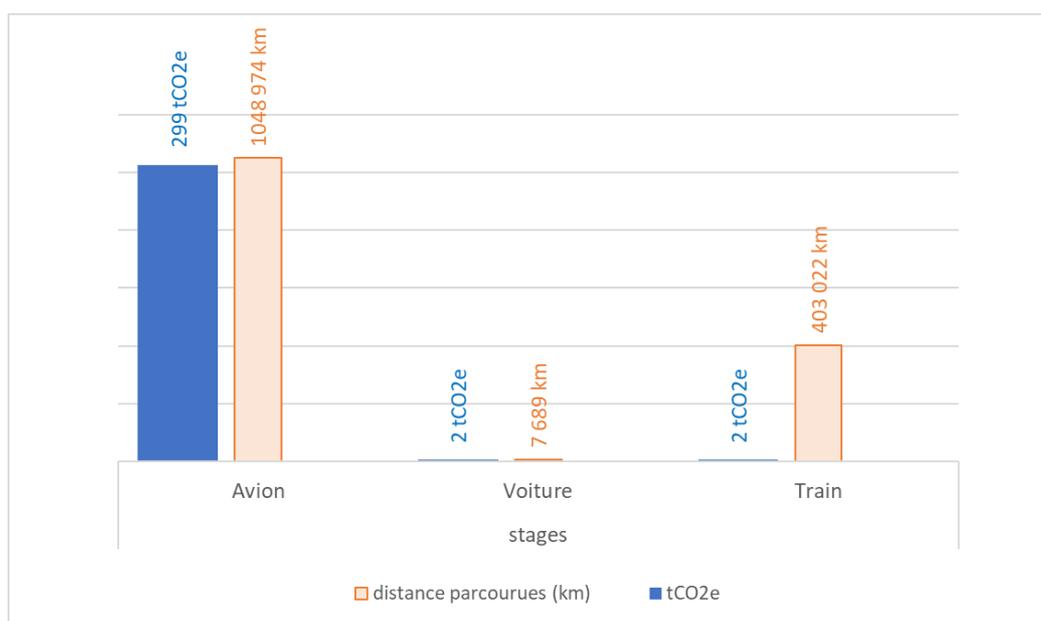
Les émissions de GES des 81 nuitées d'hôtel ont été quantifiées à partir d'un ratio issu d'une publication du groupe Accor (20 kgCO₂e/nuitée).

Flotte de véhicules de Mines Saint-Étienne : Les émissions des flottes de véhicules représentent **29 tCO₂e** soit moins de **1 %** du Bilan Carbone®.



6.3.2. Déplacements étudiants

Déplacements des étudiants en stages : Les émissions de ce poste sont évaluées à **303 tCO₂e** soit **7 %** du Bilan Carbone®.

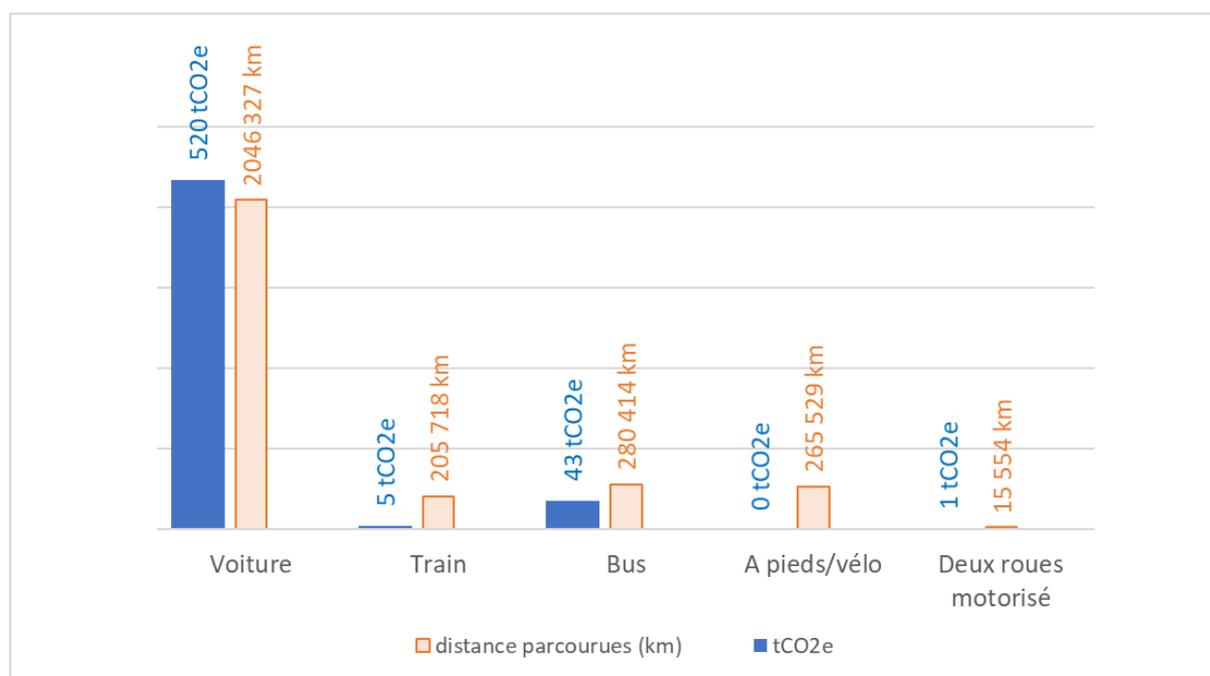


Les calculs sont réalisés à partir des adresses de lieu de stage. Les km parcourus sont estimés grâce à www.google.map ou à partir de distances à vol d'oiseau. L'hypothèse simplifiée suivante a été retenue concernant les modes de transport :

- Les déplacements pour stages inférieurs à 150 km sont réalisés en voiture.
- Les déplacements pour stages en Europe (hors France) sont réalisés en train (sauf destination particulière nécessitant l'avion).
- Les déplacements pour stages hors Europe sont réalisés en avion.

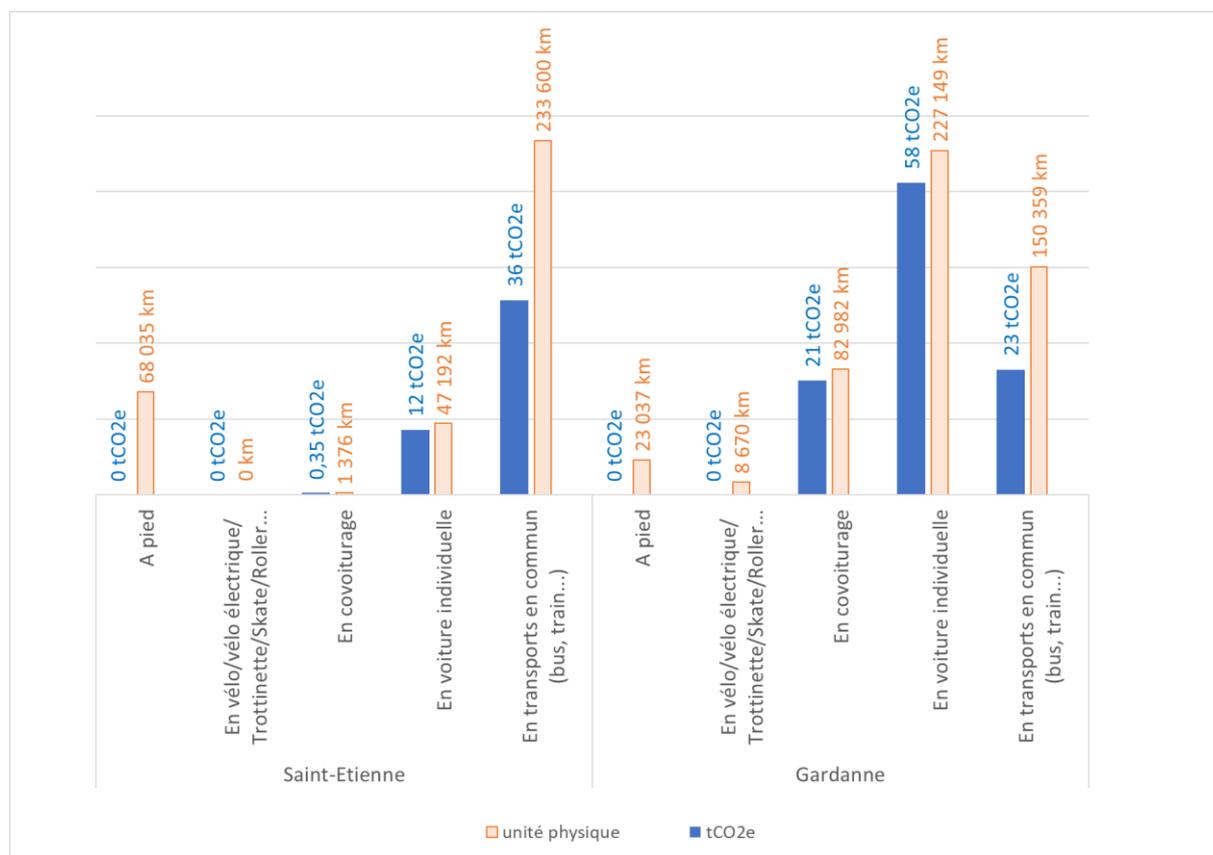
6.3.3. Déplacements domicile-campus

Déplacements domicile-travail du personnel administratif/technique et des professeurs : Ils génèrent **569 tCO₂e** soit **13 %** du Bilan Carbone.



Les chiffres sont issus d'une enquête sur la mobilité du personnel.

Déplacements domicile-campus des étudiants : Ce poste génère **150 tCO₂e** soit **3%** du Bilan Carbone®.



Les chiffres sont issus d'une enquête sur la mobilité des étudiants.

Déplacements inter campus : ce poste d'émissions est estimé à **23 tCO₂e**. Ce chiffre est extrapolé, de manière approximative, à partir du nombre d'étudiants et des valeurs moyennes de déplacements calculées pour les autres écoles de l'IMT.

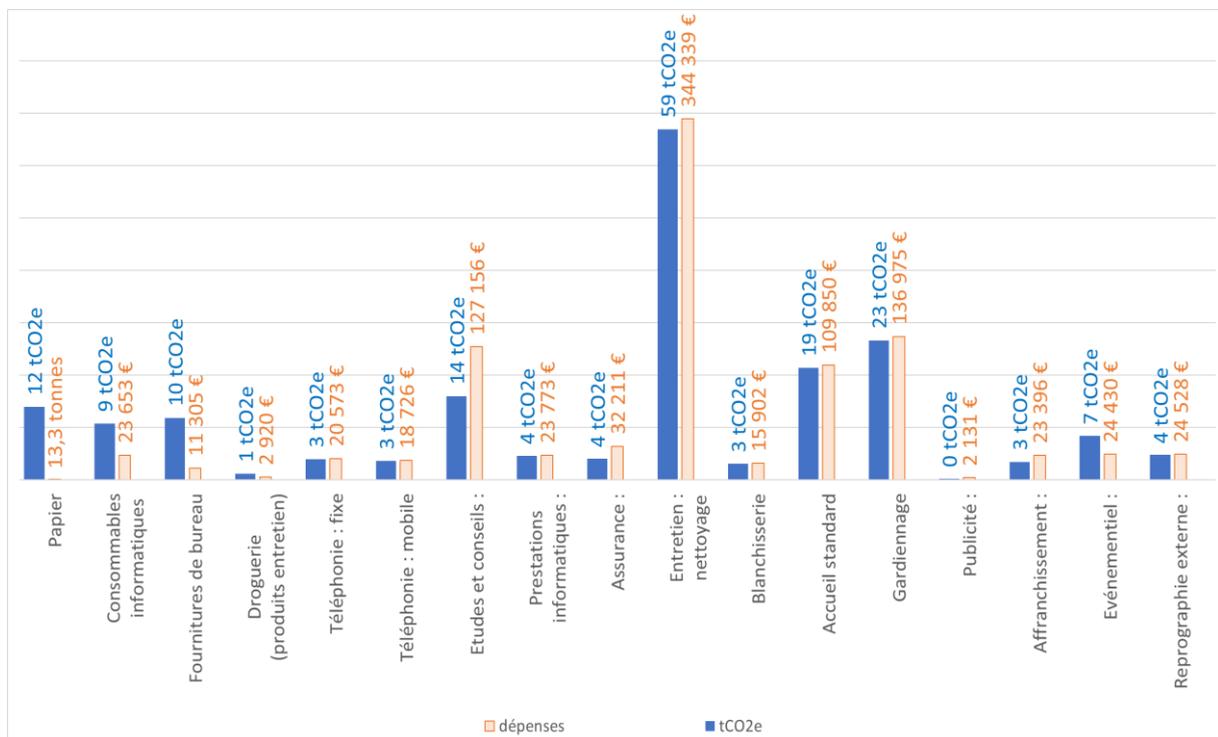
Déplacements des visiteurs : ce poste d'émissions est estimé à **34 tCO₂e**. Ce chiffre est extrapolé, de manière approximative, à partir du nombre d'étudiants et des valeurs moyennes de déplacements calculées pour les autres écoles de l'IMT.

6.4. Intrants (Achats)

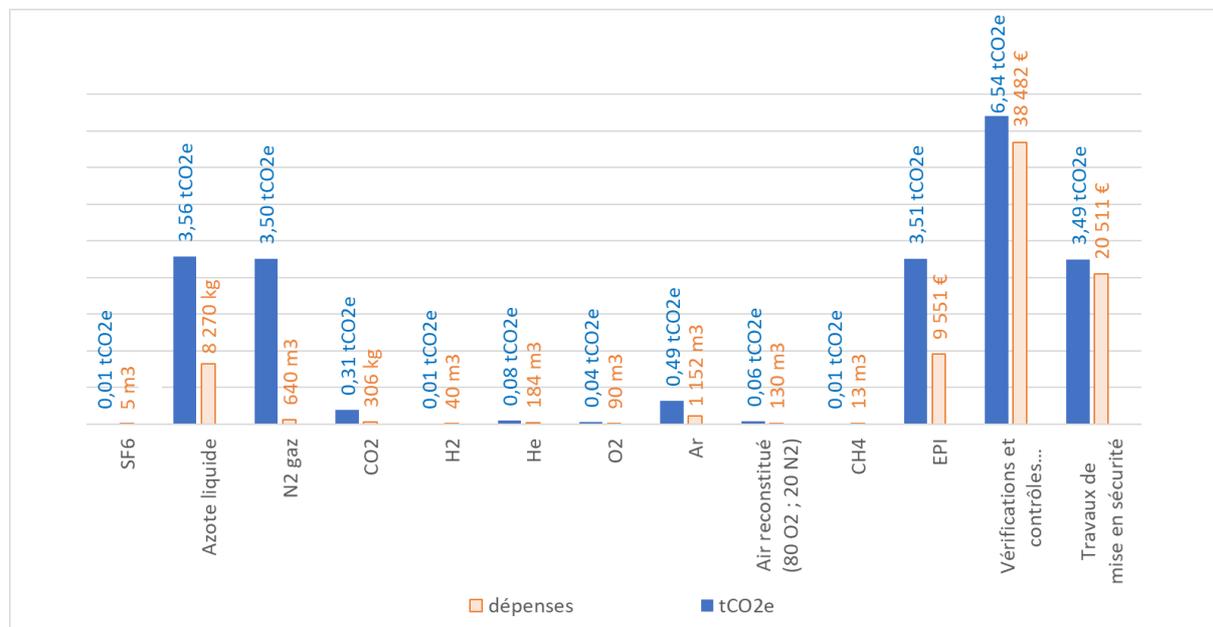
6.4.1. Intrants

Intrants administratifs : Ce poste représente l'ensemble des achats nécessaires au fonctionnement de Mines Saint-Étienne sur une année. Il génère environ **179 tCO2e** soit **4 %** du Bilan Carbone®.

Les calculs sont réalisés à partir des montants des différentes catégories de dépenses (balance annuelle des comptes) et des ratios monétaires de la Base Carbone de l'ADEME. Ces ratios sont issus de données statistiques et comportent donc une forte incertitude. Ces flux représentent environ 1 M€.



Intrants recherche : Ce poste représente l'ensemble des achats nécessaires au fonctionnement des laboratoires de Mines Saint-Étienne sur une année. Il génère environ **7 tCO2e** soit **0,5 %** du Bilan Carbone®.



6.5. Déchets

Les émissions liées à la collecte et au traitement des déchets sont estimées à **25 tCO2e** soit **0,6 %** du Bilan Carbone®.

7. Plan d'actions

7.1. Former les ingénieurs au calcul des émissions de GES

Au-delà du Bilan Carbone de l'établissement, Mines Saint-Étienne a un rôle de formation des ingénieurs.

Définition de la Commission des titres d'ingénieurs : *"Le métier de l'ingénieur consiste à poser, étudier et résoudre de manière performante et innovante des problèmes souvent complexes de création, de conception, de réalisation, de mise en œuvre et de contrôle, ayant pour objet des produits, des systèmes ou des services - et éventuellement leur financement et leur commercialisation - au sein d'une organisation compétitive. Il prend en compte les préoccupations de protection de l'homme, de la vie et de l'environnement, et plus généralement du bien-être collectif."*

Au regard de cette définition et donc de la prise en compte *"des préoccupations de protection de l'homme, de la vie et de l'environnement, et plus généralement du bien-être collectif"*, nous pouvons dire que la notion d'enjeux climatiques constitue un problème transversal complexe qui peut tout à fait relever du périmètre de la fonction d'ingénieurs.

Quel que soit le métier dans lequel un ingénieur exercera, les enjeux énergie-climat devront être pris en compte. Il serait donc stratégiquement pertinent que la formation des futurs ingénieurs issus de Mines Saint-Étienne intègre de manière très importante cet enjeu dans tous les cursus de formation.

7.2. Projets "carbone" pour les étudiants

En lien avec le point précédent, une action intéressante consisterait - par exemple - à proposer des projets aux étudiants en lien avec le Bilan Carbone®. Une formation minimale - à l'apprentissage du calcul "évaluation carbone" - serait semble-t-il nécessaire afin qu'ils soient en mesure d'évaluer les émissions de GES des projets qu'ils sont amenés à gérer soit au cours de leurs études, soit au cours de leur vie professionnelle.

Pour ce qui est de leur cursus au sein de Mines Saint-Étienne, nous conseillons de confier aux étudiants une mission qui consisterait à approfondir des points spécifiques du Bilan Carbone® de leur école :

- enquêtes sur les déplacements des étudiants (domicile/campus - retours en régions d'origine - déplacements des apprentis - déplacements pour les stages, etc.),
- Benchmark des bonnes pratiques d'autres écoles en termes d'actions de réductions des émissions de GES,
- pratiques du numérique par les étudiants,
-

7.3. Stratégie carbone de Mines Saint-Étienne

Mines Saint-Étienne peut former une ou plusieurs personnes (pilote ou équipe carbone) à la méthode Bilan Carbone® et assurer ainsi le suivi de son Bilan Carbone®.

Il serait ensuite souhaitable de :

- mettre en place un petit outil de reporting des principales données,
- définir des actions et des axes de progrès (des actions, une trajectoire de réduction...),
- mettre en place des indicateurs spécifiques sur les actions ciblées.

Comment vont évoluer les émissions de GES de Mines Saint-Étienne ?

Au-delà du plan d'actions et au regard du degré d'appropriation des enjeux environnementaux (et donc climatiques) de l'école, il semble important de structurer la future stratégie carbone Mines Saint-Étienne en allant au-delà de la vision flux par flux.

La question que doit se poser Mines Saint-Étienne est la suivante : « **Comment l'établissement se positionne-t-il sur les enjeux climatiques ? Comment Mines Saint-Étienne envisage son avenir dans un monde contraint sur les émissions de GES ?** ».

En effet, les résultats du Bilan Carbone® qui a été réalisé, sur les données de l'année 2019, mettent en évidence la dépendance forte de l'établissement aux émissions de GES (directes mais surtout indirectes).

Les questions qu'il serait intéressant de se poser sont :

- Est-il possible de maîtriser les émissions à activité équivalente ?
- Le plan d'actions, qui peut être mis en place, est-il en phase avec les réels enjeux ? Est-il cohérent et que peut-on en attendre ?

Pour répondre à ces questions et pour piloter la future stratégie carbone de Mines Saint-Étienne, il faut raisonner par scénario :

1. Il convient de déterminer un scénario tendanciel (BAU : Business As Usual) de l'ensemble des activités de Mines Saint-Étienne, c'est-à-dire, faire une projection du Bilan Carbone® en fonction de l'évolution prévisible des indicateurs d'activité.
2. Une fois le scénario tendanciel construit, Mines Saint-Étienne pourrait définir **un scénario « bas carbone »**. Celui-ci reflèterait une volonté de maîtriser les émissions de GES et constituerait alors la trajectoire cible permettant de piloter la future stratégie "bas-carbone" de l'école.
Pour construire ce scénario, il est important de tenir compte des émissions dites "significatives" de Mines Saint-Étienne à savoir principalement : l'énergie, les déplacements, les achats...
3. Il faut ensuite analyser, de manière la plus fine possible, ces postes en identifiant les flux qui les gouvernent (données physiques : t*km, kgCO₂e/km, distances parcourues, kgCO₂e/k€...). Il faut ensuite effectuer des simulations en fonction de l'évolution de ces différentes données afin d'en quantifier l'impact sur les émissions de GES.

Le scénario "bas carbone" devra fixer des objectifs à chaque "métier" au sein de Mines Saint-Étienne. Il conviendra de réfléchir avec les responsables de ces derniers sur les possibilités de réduction, sur l'évolution de leur activité... En fonction des réponses à ces échanges et analyses, le scénario "bas carbone" pourra être ajusté.

Une fois le scénario "bas carbone" validé avec et pour les différents métiers, Mines Saint-Étienne disposera d'objectifs et d'indicateurs qui permettront de planifier la stratégie "bas carbone" (pour exemple : nombre de litres de carburant par an, nombre de tonnes*km, kWh électrique par m²...).

7.4. Rénovations énergétiques des bâtiments

Une réflexion est en cours pour réduire les consommations énergétiques des bâtiments et donc les émissions de GES générées par ces derniers :

Rénovation de la chaufferie centrale	Reconstruction du bâtiment de la chaufferie Changement des chaudières gaz pour des chaudières à condensation Mise aux normes ICPE du bâtiment existant Mise en place d'une toiture végétalisée
Rénovation énergétique du bâtiment historique	Isolation par l'intérieur des façades du dernier niveau Changement de l'ensemble des ouvrants du bâtiment historique par des menuiseries bois à l'identique
Rénovation énergétique des bâtiments C et K	Isolation par l'extérieur Changement des ouvrants Rénovation du système de ventilation Relamping des bâtiments datant de 1969 et 1973

7.5. Politique d'achats responsables

Mines Saint-Étienne devrait renforcer sa politique d'achats responsables existante en challengeant les différents fournisseurs sur les enjeux climatiques (impacts "carbone" de leurs prestations de service). Cela peut se faire en plusieurs étapes (avec une progression au fur et à mesure du niveau d'exigence) :

1. Identification des achats pour lesquels cette mesure peut être pertinente.

Il convient d'abord de déterminer les types d'achats sur lesquels il est le plus pertinent d'intervenir. Nous sommes bien conscients que certains fournisseurs sont peut-être plus "incontournables" que d'autres. Il est donc plus pertinent d'identifier les fournisseurs dont les volumes d'achats et les émissions de GES sont les plus importants.

2. Questionnement des prestataires et fournisseurs :

Les fournisseurs peuvent être questionnés sur plusieurs points :

- Politique RSE de l'entreprise et plus spécifiquement sur les enjeux climatiques
- Empreinte carbone du produit ou du service/prestation proposé
- Provenance (distance en km), etc.

3. Critère de sélection carbone

Mise en place d'un critère carbone (réellement différenciant) dans les appels d'offres. Cela nécessite de définir une grille d'évaluation permettant de challenger les fournisseurs sur une base identique (et permettant de justifier la note obtenue). Il conviendra également de tenir compte des éléments suivants :

- Si le secteur est concurrentiel avec différents fournisseurs potentiels
- Si pour le produit ou la prestation, la spécificité technique ou le prix n'est pas le seul critère déterminant
- Les opportunités et difficultés à mettre en place un critère carbone
- La capacité des fournisseurs/prestataires à calculer leurs émissions de GES.

4. Demande de reporting carbone annuel.

Le fournisseur ou prestataire retenu fournit chaque année le total (plus ou moins détaillé) des émissions de GES liées à la prestation qu'il effectue pour Mines Saint-Étienne.

5. Exigences de Mines Saint-Étienne

Dans les renouvellements de contrats, Mines Saint-Étienne pourrait augmenter, au fur et à mesure, son niveau d'exigences sur les enjeux climatiques auprès de ses fournisseurs, particulièrement pour les achats les plus importants et/ou les plus émissifs.

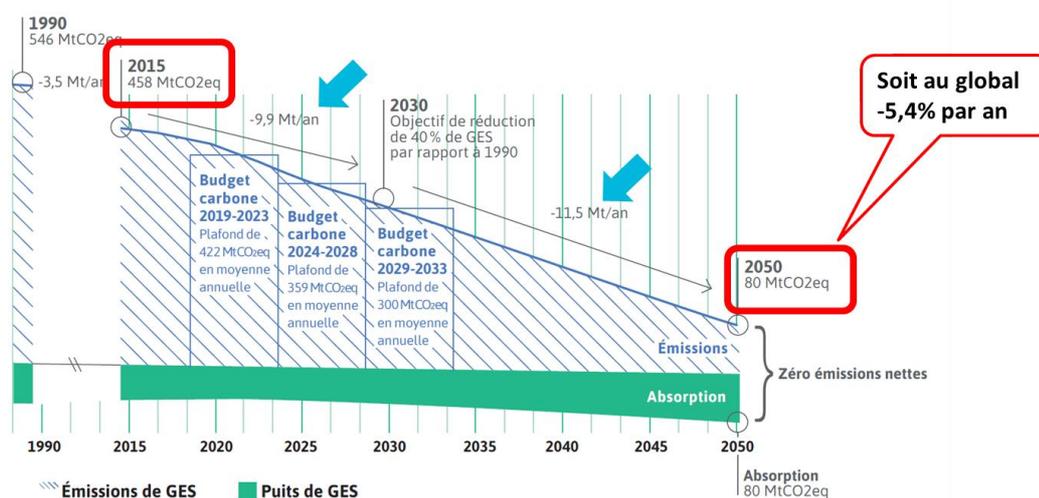
8. Conclusions générales pour ce Bilan Carbone

Rappelons qu'un Bilan Carbone® n'est pas un outil de comptabilité, sa finalité étant bien de fournir une analyse de risque pour l'activité. La question à laquelle ce type d'analyse aide à répondre est : à quel niveau l'activité se positionne-t-elle par rapport à la contrainte « énergie-climat » ?

Il est donc pertinent de se poser la question suivante : que deviennent les activités de Mines Saint-Étienne si les établissements sont contraints à réduire d'un facteur de 1.5, de 2 ou de 4... leurs émissions de GES ?

La France s'est en effet engagée à diminuer ses émissions de gaz à effet de serre. Elle vise la neutralité carbone pour 2050. Ce qui implique que les émissions de GES de la France doivent en moyenne diminuer de 5,4% par an.

Évolution des émissions et des puits de GES sur le territoire français entre 1990 et 2050 (en MtCO₂e). Inventaire CITEPA 2018 et scénario SNBC révisée (neutralité carbone)



Au niveau européen, l'objectif de réduction est de 55%³ des émissions pour 2030.

Ces engagements nationaux et européens vont se traduire par des normes, obligations, réglementations... qui vont contraindre, de manière de plus en plus forte, les acteurs économiques et organismes publics à réduire leurs émissions, avec l'objectif de respecter les engagements nationaux de manière globale. La contrainte pourra également se traduire par des demandes de la prise en compte de ces enjeux de la part de la sphère publique (élus, autorité de tutelle, collectivités...).

Certaines contraintes sont déjà partiellement en place et vont encore s'accroître. Ce sont :

- les "contributions climat-énergie",
- "les réglementations thermiques"
- "les bonus/malus sur les consommations des véhicules",
- les écotaxes, l'étiquetage carbone, ...

³ Ces objectifs sont calculés par rapport aux émissions de 1990.

- et demain ou après-demain vraisemblablement :
 - des obligations de rénover thermiquement,
 - des taxes sur les transports,
 - des obligations de choisir des prestataires labellisés "responsables" ou de mettre en place des critères de sélection "carbone" dans les appels d'offres publics,
 - et de nombreuses autres mesures, qui auront bien évidemment un coût (direct ou indirect).

Autre défi considérable : la probable forte augmentation des prix de l'énergie dans les années qui viennent (même si aujourd'hui les prix du pétrole sont relativement bas) et son impact sur les charges de Mines Saint-Étienne.

Cet impact peut être direct mais surtout indirect. Il est donc important et urgent que Mines Saint-Étienne mette en place un plan de réduction factuel de ses émissions de GES.

Au regard des résultats du Bilan Carbone® de Mines Saint-Étienne deux questions principales et essentielles se posent :

- Comment assumer la mission d'enseignement dans un monde contraint sur l'énergie et sur les émissions de GES ? Plus précisément, la question est : Comment assurer une activité stable (voire croissante) dans un monde où des bouleversements vont apparaître dans l'organisation de la société (mobilité, consommation d'énergie) ?
- et comment répondre aux attentes des étudiants, toujours plus grandes, sur les enjeux climatiques ?

Remarque :

Afin de suivre, de manière la plus efficace possible, tout plan de réduction des émissions globales de GES de Mines Saint-Étienne, nous conseillons aux responsables de l'école :

- **d'être attentifs aux Indicateurs de suivi qui seront mis en place :**

Il est important de noter qu'il faut s'intéresser au volume d'émission global de GES émis par Mines Saint-Étienne. Raisonner et mettre en place uniquement des indicateurs par étudiant... ne donne pas d'information sur le volume émis en valeur absolue (celui qui compte réellement). Il conviendra donc de bien garder à l'esprit que les indicateurs unitaires ou relatifs ne donnent qu'une vision de la performance carbone par unité de flux et non pas globalement de l'activité. Le défi majeur de Mines Saint-Étienne consiste à maintenir l'activité (l'adapter aux besoins) sans faire croître les émissions globales de GES de l'école.

- **de nommer un ou une "responsable carbone"**

Afin que Mines Saint-Étienne se donne toutes les chances de mettre en place une réelle politique "bas carbone" au sein de l'école, nous préconisons la nomination d'un ou d'une "responsable carbone". Cette personne pourrait être formée à la méthode "Bilan Carbone®" de l'IFC (Institut de Formation Carbone) pour porter les objectifs de réduction des émissions

de GES au sein de Mines Saint-Étienne (suivi d'indicateurs, mise en œuvre des actions de réduction, évaluation des coûts/bénéfices des mesures envisagées).

La personne en charge de ce projet pourrait être accompagnée par une petite équipe appropriée, avec des représentants de quelques fonctions transverses. Pour porter ce sujet dans le fonctionnement opérationnel de Mines Saint-Étienne, il est **capital** de disposer également d'un engagement et d'appui fort de la direction.

9. Annexe méthodologique

9.1. Principe général

Le Bilan Carbone® est une méthode de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre qui permet d'estimer l'impact des émissions qui sont engendrées par les activités d'une entreprise ou d'une administration, que ces émissions soient directes (par exemple les émissions d'une chaudière) ou qu'elles prennent place à l'extérieur du site étudié.

Dans ce deuxième cas, il s'agit d'émissions liées à des processus correspondant à des produits ou services nécessaires à l'exercice de l'activité (par exemple les émissions des camions qui transportent les marchandises). La méthode vise essentiellement à donner des ordres de grandeur. Elle permet d'avoir "une vision globale sur un champ de vision très large." Un ordre de grandeur : l'émission annuelle moyenne par personne en France est d'environ 11 tonnes équivalent CO2.

Philosophie du Bilan Carbone® :

- Le Bilan Carbone® n'est pas un outil de comptabilité, mais plutôt un outil de prospective, permettant de donner une image globale de l'activité avec un indicateur qui n'est plus économique, mais physique. Les objectifs sont, avant tout, d'évaluer les émissions de l'entité auditée en ordre de grandeur. Ce qui permet, au travers de l'analyse du profil carbone de cette entité, de mettre en place un plan de réduction des émissions. Le but essentiel étant de minimiser la vulnérabilité économique due à la dépendance aux énergies fossiles ou aux futures contraintes administratives, réglementaires ou taxes au regard de la réglementation sur les émissions de GES.
- Rappelons également qu'un Bilan Carbone® « ne fait pas la morale », mais peut se définir comme une véritable analyse de risques.
- D'une manière générale, l'augmentation d'une contrainte peut entraîner des effets négatifs (augmentation des prix des transports, des fournitures...), mais également des opportunités (proposition de services complémentaires permettant de lutter contre la contrainte...).

Lorsqu'une contrainte est inéluctable, l'anticipation est toujours payante.

9.2. Unités de mesure

L'unité qui permet de comparer entre eux plusieurs gaz à effet de serre est le pouvoir de réchauffement global ou PRG. Cela correspond à la masse de CO₂ équivalente pour obtenir les mêmes effets climatiques (sur une période d'observation de 100 ans).

Par exemple, le PRG du méthane CH₄ est de 30 : émettre 1 kg de CH₄ a les mêmes effets qu'émettre 30 kg de CO₂. On parle alors de kilogramme équivalent dioxyde de carbone ou **kgCO₂e**. Une émission de 1 kg de CH₄ a un impact de 30 kgCO₂e.

Dans ce rapport les résultats sont exprimés en kgCO₂e ou en tCO₂e.

9.3. Gaz pris en compte

Les gaz pris en compte dans cette étude sont l'ensemble des gaz connus et modélisables qui ont un impact significatif sur l'effet de serre. Les gaz du **protocole de Kyoto** sont pris en compte :

- **Le dioxyde de carbone (CO₂)** : principalement issu de la combustion de dérivés d'hydrocarbures et de la déforestation, le CO₂ est responsable de 69 % de l'effet de serre induit par l'activité humaine.
- **Le méthane (CH₄)** : issu de la décomposition de matière organique sans apport d'oxygène (29 % issus du dégazage des hydrocarbures, 29 % des ruminants, 18 % des rizières, etc.), il est responsable de 18 % de l'effet de serre induit par l'activité humaine.
- **Le protoxyde d'azote (N₂O)** : il résulte de l'oxydation dans l'air de composés azotés et ses émissions sont dues pour 2/3 à l'usage de fumier et d'engrais. Il est également utilisé comme gaz propulseur dans les aérosols. Il est responsable de 5 % de l'effet de serre induit par l'activité humaine.
- **Les halocarbures (HFC's), perfluorocarbures (PFC's) et l'hexafluorure de soufre (SF₆)** sont des gaz de synthèse qui n'existent pas à l'état naturel. Ils sont utilisés pour leur grande stabilité dans des usages aussi divers que du transfert de chaleur (climatisation), la production de composants électronique ou comme gaz expanseur. Ils sont relâchés en très faibles quantités dans l'atmosphère mais leur stabilité leur confère une (très) grande durée de vie avant d'être décomposés. C'est pourquoi ils agissent jusqu'à 20 000 fois plus que le CO₂ pour une même masse relâchée.

Cependant, il n'y a pas que les gaz pris en compte dans le protocole de Kyoto qui ont un impact en termes d'effet de serre :

- **Les chloro-fluoro-carbures (CFC's, R11 et R12 par exemple)** sont également des gaz de synthèse. Ils sont régis par le protocole de Montréal (1987) en raison de leur fort potentiel de dégradation de la couche d'ozone. En Europe, depuis le 1er octobre 2000, les CFC ne peuvent plus être mis sur le marché et doivent être impérativement récupérés et détruits depuis le 1er janvier 2002 (DEEE).

- **Les halo-chloro-fluoro-carbures** (HCFC's, R22 par exemple) - qui sont également régis par le protocole de Montréal – sont toujours autorisés à l'utilisation. Ils ne sont cependant pas sans effet sur la couche d'ozone, le R22 a un pouvoir de dégradation de la couche d'ozone 20 fois plus faible que le R11 ou le R12. Son impact sur la couche d'ozone n'étant pas nul, des objectifs de réduction ont été pris concernant la famille des HCFC à hauteur de 75 % en 2010, 90 % en 2015 et 99,5 % en 2020 par rapport au niveau de 1989 en vue de son élimination totale en 2030. Il faut donc s'attendre à voir le contexte réglementaire se durcir fortement sur l'emploi de ces gaz (arrêt de fabrication en 2010 puis utilisation de composés recyclés).

Ces objectifs de réduction d'émissions de gaz nocifs à la couche d'ozone liés au protocole de Montréal (1987) font que les CFC et HCFC n'ont pas été pris en compte dans le protocole de Kyoto (1997) visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

- **La vapeur d'eau** lorsqu'elle est relâchée par l'homme dans les couches basses de l'atmosphère (par une voiture, par exemple) n'a pas d'impact significatif. Ceci est dû à son faible temps de résidence sous forme de vapeur avant de se condenser et de retomber en pluie : son temps de résidence est de quelques semaines, contre près d'un siècle pour le CO₂. En revanche, lorsqu'elle est relâchée par un avion dans les couches hautes et stables de l'atmosphère (10 km), sa durée de résidence augmente considérablement sous l'effet d'une plus faible concentration en eau (il y a moins de pression partielle, donc moins de condensation) et de la stabilité des masses d'air (plus de temps à redescendre). L'effet n'est alors plus négligeable. La combustion d'hydrocarbures par l'aviation relâche de grandes quantités de vapeur d'eau et d'autres gaz et particules dans les couches hautes de l'atmosphère.

L'ensemble des gaz décrits précédemment (Kyoto, Montréal et autres) sont intégrés dans les quantifications réalisées dans le cadre d'un Bilan Carbone®.

9.4. Mode de calcul des émissions et incertitudes

Il n'est pas possible de procéder directement à la mesure des émissions directes et induites pour une activité complexe. Par retour d'expérience, les émissions liées à la plupart des procédés sont connues ou modélisables. Ces facteurs de conversion sont appelés facteurs d'émissions (FE) et figurent dans le tableur Bilan Carbone®. Ils permettent ainsi d'estimer les émissions de gaz à effet de serre pour n'importe quelle activité.

Le calcul de l'impact en gaz à effet de serre est le produit d'une donnée d'activité par le facteur d'émission correspondant. Un calcul des incertitudes est également effectué avec les incertitudes liées à la donnée d'activité et au facteur d'émission, ce qui explique des incertitudes (assez) fortes sur le résultat.

Les résultats sont affichés en équivalent CO₂.

Les résultats des calculs sont affichés avec tous les chiffres non décimaux. Ce ne sont pas pour autant des chiffres significatifs puisque l'incertitude moyenne est de l'ordre de quelques dizaines de %. Ces chiffres sont donnés à titre informatif pour la transparence des calculs effectués.

Dans le cadre d'une communication, **les nombres ne sont pas à afficher avec plus de deux à trois chiffres significatifs**. Le Bilan Carbone® n'a pas pour vocation d'être un outil de précision : de par les nombreuses approximations utilisées, cette méthode vise essentiellement à donner des ORDRES DE GRANDEUR. Elle permet d'avoir « une vision floue sur un champ de vision très large »" (Citation ADEME, dans la présentation de la formation au Bilan Carbone®).